

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial número 15018
publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976



Departamento de *Hábitat y Desarrollo Urbano*

MAESTRÍA EN *Proyectos y Edificación Sustentable*

Prototipo de vivienda departamental sustentable en la zona conurbada de Tampico-Madero
en relación a la energía y el confort

Proyecto Profesionalizante de Desarrollo e Innovación

para obtener el grado de

MAESTRO EN

Presenta:

Mayra Alejandra Huerta Romo.

Asesor: *Mara Alejandra Cortes Lara*

Tlaquepaque, Jalisco, a 31 de *julio* de 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, al CONACYT y a todas las personas que ayudaron y colaboraron para la realización de este trabajo.

PROTOTIPO DE VIVIENDA DEPARTAMENTAL SUSTENTABLE EN LA ZONA CONURBADA DE TAMPICO-MADERO EN RELACIÓN A LA ENERGÍA Y EL CONFORT

RESÚMEN	6
1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	7
1.1. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE DESARROLLO O INNOVACIÓN	7
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN-PROBLEMA	8
1.2.1. DIMENSIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA	9
1.3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO	9
2. MARCO CONTEXTUAL Y ENCUADRE CONCEPTUAL	10
2.1 ANTECEDENTES EMPÍRICOS DEL TEMA	11
2.1.1. PANORAMA INTERNACIONAL, LATINOAMERICANO Y NACIONAL	
Mountain Dwellings/ BIG & JDS	15
100k/ Mario Cucinella Arquitectos.....	17
Cooperativa de viviendas Arroyo Bodonal/Carlos Nieto Gómez.....	18
The Interlace/OMA.....	19
Edificio habitacional para estudiantes en París/OFIS	20
Departamentos Sustentables Faena Aleph/Foster+Partners	22
Sayab/Luis de Garrido	23
Nicolás San Juan/Taller 13	24
Edificio Tamarindos/Garduño Arquitectos	25
Rinconada del Rosario/Grupo Atelier	26
2.1.3. ZONA CONURBADA DE TAMPICO MADERO	30
2.2. REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL TEMA	36
3. DISEÑO METODOLÓGICO	43
3.1. HIPÓTESIS O SUPUESTO DE TRABAJO	43
3.1.2. HIPÓTESIS PARTICULARES	44
3.2. PREGUNTAS GENERADORAS	44
3.2.1. PREGUNTA PRINCIPAL	44
3.2.2. PREGUNTAS SECUNDARIAS	44
3.3. OBJETIVOS	45

3.3.1. OBJETIVO GENERAL	45
3.3.2. OBJETIVOS PARTICULARES	45
3.4. ELECCIÓN METODOLÓGICA	46
3.4.1. PROCESO DEL DISEÑO METODOLÓGICO	47
3.5. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS	50
3.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA	50
3.5.2. DISEÑO DE ENTREVISTA	51
3.5.3. CUESTIONARIO	51
3.5.4. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA	52
3.6. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE	53
3.7. RUTA CRÍTICA	54
3.8. INVENTARIO DE INFORMACIÓN RECABADA Y SISTEMATIZACIÓN	56
3.8.1. OBSERVACIÓN DIRECTA	56
3.8.2. TABLA SÍNTESIS DE OBSERVABLES CASOS DE OBSERVACIÓN DIRECTA	64
3.8.3. ENTREVISTA	65
3.8.4. CUESTIONARIO	68
3.8.5. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA	76
3.9. SÍNTESIS CON HALLAZGOS PREELIMINARES	79
4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS	85
4.1. SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS	85
4.2. SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS	91
4.2.1. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS PUNTUALES	91
4.2.2. TIPOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN	91
Forma y envolvente	92
4.2.3. VENTILACIÓN	93
4.2.4. VENTANAS	94
4.2.4.1. TIPOLOGIA DE ABERTURAS DE VENTANAS	96
4.2.4.2. MARCO	97
4.2.4.3. ACRISTALAMIENTO	98
4.2.4.4. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR	99

4.2.5. AISLAMIENTOS	101
4.3. DISEÑO APLICATIVO DE LA SOLUCIÓN	102
4.3.1. SELECCIÓN DEL SITIO	102
4.3.2. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA	107
4.3.3. ANÁLISIS DE ORIENTACIÓN	108
4.3.4. PREMISAS DE DISEÑO	112
4.3.5. ESQUEMA GENERAL	113
4.3.6. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	114
4.3.7. PLANOS DE PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	115
4.3.8. ESTRATEGIAS APLICADAS	118
4.3.9. CROQUIS DE ESTRATEGIAS APLICADAS	120
4.3.10. FACHADAS	122
4.3.11. CORTE LONGITUDINAL	124
4.3.12. PERSPECTIVAS	125
4.4. FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN	131
4.4.1. ANÁLISIS DE CONFORT TÉRMICO	131
4.4.2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	134
4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
5. BIBLIOGRAFIA	140
5.1 CONSULTA ELECTRÓNICA	141
5.2 RECURSOS GRÁFICOS	145
5.2.1. ILUSTRACIONES	145
5.2.2. TABLAS	149
5.2.3. FOTOGRAFÍAS	150
6. ANEXOS	152
6.1. OBSERVACIÓN DIRECTA	152
6.2. DISEÑO DE ENTREVISTA	159
6.3. DISEÑO DE CUESTIONARIO SOBRE VIVIENDA Y CONFORT TÉRMICO EN TAMPICO-MADERO	173
6.4. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA	178

PROTOTIPO DE VIVIENDA DEPARTAMENTAL SUSTENTABLE EN LA ZONA CONURBADA DE TAMPICO-MADERO EN RELACIÓN A LA ENERGÍA Y EL CONFORT

RESUMEN

La arquitectura contemporánea en vez de crear soluciones a la problemática medioambiental ha contribuido al crecimiento de esta, donde la tendencia de urbanización ha propiciado un prototipo de vivienda genérico, sin responder a situaciones climáticas particulares.

En la zona conurbada de Tampico-Madero actualmente existe un total desconocimiento de los posibles aportes que una arquitectura sustentable puede brindar y no existen viviendas o conjuntos habitacionales sustentables diseñados a partir de la adecuación al entorno y con un confort térmico adecuado para el usuario.

Con la propuesta de un prototipo de vivienda departamental con principios sustentables aplicados, se busca como prioridad la mejora de la calidad de vida del usuario por medio de un confort térmico adecuado a través de un mejoramiento integral del hábitat y la vivienda urbana con una eficiencia energética adecuada por medio de una arquitectura integral.

PALABRAS CLAVES

Diseño arquitectónico, vivienda departamental sustentable, calidad de vida, confort térmico, eficiencia energética

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

Actualmente el modelo de urbanización ha impactado de manera directa el medio ambiente al grado de modificar de manera substancial el paisaje terrestre. Al no considerarse la repercusión futura de las edificaciones y no tomarse en cuenta el entorno y las características climáticas propias del contexto, las ciudades ejercen un impacto negativo directo al medio ambiente, donde los usuarios de las mismas se vuelven los principales afectados (Edwards B. 2005)

Siendo uno de los principios fundamentales de la arquitectura el adaptarse al medio y brindar la mejor alternativa para los usuarios, es obligación de los profesionistas del campo desarrollar alternativas con el menor impacto posible desde el planteamiento de los mismos, procurando las mejores condiciones de satisfacción y calidad para con los usuarios sin anteponer los intereses económicos.

Este Trabajo de Obtención de Grado (TOG) desarrolla una alternativa de arquitectura sustentable para vivienda departamental vertical en la zona conurbada de Tampico- Madero (ZCTM), en el estado de Tamaulipas adecuado al entorno y las condiciones climáticas priorizando un confort térmico adecuado y su beneficio ambiental y en calidad de vida; que a su vez promueva la cultura de la sostenibilidad impulsando un desarrollo urbano ambientalmente responsable, evaluándose los parámetros de confort térmico en el interior de la vivienda y lográndose así una reducción en la demanda de energía relacionada con el uso de ventilación artificial durante el año.

1.1. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE DESARROLLO O INNOVACIÓN

El proyecto que se desarrolló se ubica dentro de la línea TOG de un proyecto profesionalizante de desarrollo e innovación, el cual tuvo por objetivo final el diseño de un prototipo de módulo departamental a través de un proyecto arquitectónico aplicando de manera empírica los resultados de la investigación por medio de la aplicación práctica de las estrategias sustentables tanto activas como pasivas orientadas al mejoramiento del confort térmico y que promuevan un desempeño energético más adecuado, para mejorar la calidad de vida de los usuarios por medio de confort térmico adecuado, este proyecto tiene niveles

de delimitación de estudio, las condiciones climáticas de la zona, incluyendo una investigación de vientos reinantes, dominantes y asoleamiento, los prototipos de vivienda, incluidos los edificios departamentales que se realizan actualmente en la zona, así como los materiales, estrategias de diseño o tecnologías aplicados en la actualidad en el diseño y construcción de dichos modelos.

En el presente estudio se analizó la composición de las viviendas y módulos de viviendas de la zona conurbada de Tampico-Madero, así como su relación con el entorno, para hacer un diagnóstico y llegar a la propuesta más adecuada de un diseño de vivienda departamental que cumpla con requisitos de protección al medio ambiente y satisfacción de los usuarios.

Con esto, se pretende mejorar la composición urbana y a su vez brindar una nueva alternativa de vivienda sustentable que tenga un menor impacto al medio ambiente y este adaptada al entorno, a través de la integración de la multiplicidad de disciplinas, por medio de la utilización de métodos pasivos y nuevas tecnologías en el proyecto final.

El estudio tiene énfasis en el análisis teórico y arquitectónico, con la finalidad de cambiar la perspectiva que se tiene de la sustentabilidad la cual radica en más en un problema social y cultural que económico.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN-PROBLEMA

Actualmente en la zona conurbada de Tampico- Madero, Tamaulipas existe un desconocimiento de la contribución de la arquitectura y la construcción a la crisis medio ambiental, y no existen normas que incentiven el desarrollo de viviendas o conjuntos habitacionales sustentables diseñados a partir de la adecuación al entorno y con un confort térmico adecuado para el usuario, el desarrollo de una arquitectura sustentable conforme a las condiciones climáticas locales procurando una adecuación al entorno por medio del diseño de un prototipo de vivienda departamental nace de la oportunidad de brindar una mejor calidad de vida para las personas que la habitan e impulsar la cultura de la sustentabilidad arquitectónica en la zona de estudio en cuestión.

1.2.1. DIMENSIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA

Uno de los productos tangibles de esta falta de aplicaciones sustentables en los diseños y construcciones de la ZCTM, se ve reflejado en que las viviendas no se han adecuado de la manera más eficiente a las particularidades climatológicas de la región, teniendo como resultado un bajo confort térmico en el interior de las mismas y una falta de bienestar asociado a la calidad de vida de los usuarios que la habitan.

El confort se busca e influye por multitud de factores, físicos, psicológicos y culturales, y de manera general podría decirse que la arquitectura sustentable que incorpora una postura bioclimática se desarrolla a través de la búsqueda de dicho confort (López, M. 2003) , dicho esto, queda en evidencia la necesidad latente de un cambio en los procesos constructivos que se desarrollan actualmente en la zona seleccionada, asociada con un mejor uso y selección de materiales y sistemas constructivos en relación con las condiciones climáticas propias del entorno que garanticen una mejora en el funcionamiento térmico de las viviendas.

Sin embargo, este proceso de adecuación al entorno con un confort térmico adecuado para el usuario involucra además aspectos biofísicos y antropológicos, asociados con la percepción y sensación del calor en los espacios interiores que tienen los habitantes de Tampico-Madero, relacionados con la conformación de los espacios, necesidades, usos y sobre todo los modos de vida de estos, para que el proyecto esté adaptado a sus necesidades específicas.

1.3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

De manera específica, en la zona conurbada de Tampico-Madero actualmente existe un total desconocimiento de los posibles aportes que la arquitectura sustentable puede brindar, resultando en uno de los estados cuyo índice de satisfacción con la vivienda fue calificado de los más bajos. (CIDOC Y SHF, 2014) y dónde no existen casos de edificaciones con acreditaciones de casas eficientes o edificaciones certificadas como ambientalmente adecuadas, con base en parámetros como la NAMA o la misma certificación LEED.

Dada las condiciones climáticas particulares del lugar y el crecimiento de la demanda de vivienda próximo, si se compara la demanda por entidad federativa de 2014 de 31,309 (CIDOC Y SHF, 2014) con la de 2016 de 51,237 (SHF, 2016), la necesidad del desarrollo de una arquitectura sustentable para contrarrestar los efectos negativos de un consumo excesivo de energía y de recursos, nace de la oportunidad de brindar una vivienda con un mejor confort térmico basado en una correcta adecuación al entorno y a su vez procurando una mejor calidad de vida para las personas que la habitan.

Con esto se presenta la oportunidad de establecer nuevos esquemas de vivienda, para que la población tenga diversas opciones de soluciones de las mismas, en un nicho de oportunidad explotable que no ha sido aprovechado, por medio de una arquitectura integral orientada a la responsabilidad social, a través de explorar alternativas o posibilidades de un confort térmico en vivienda vertical, mediante un desarrollo departamental con el propósito de maximizar el uso del suelo, “fomentando ciudades más compactas con mayor densidad de población y actividad económica” (CIDOC Y SHF, 2014)

Con la propuesta de un prototipo de vivienda departamental con principios sustentables aplicados, se busca resolver la necesidad actual de disminuir la expansión territorial de las ciudades concentrando mayor densidad de población en un mismo terreno, por medio de una arquitectura integral que favorezca desde el equilibrio ecológico, hasta la responsabilidad social, dónde se tenga como prioridad el mejoramiento integral del hábitat y la vivienda urbana, y se pueda aspirar a una mejor calidad, mejorando la percepción y satisfacción de los usuarios finales.

2. MARCO CONTEXTUAL Y ENCUADRE CONCEPTUAL

En seguida se desarrollan dos apartados, uno concerniente a los antecedentes empíricos del confort térmico de las viviendas de la ZCTM. El segundo apartado corresponde a la literatura, conceptos y esfuerzos de otros autores para definir el confort térmico, la sustentabilidad y la habitabilidad en las viviendas.

2.1 ANTECEDENTES EMPÍRICOS DEL TEMA

Es bien sabido que la situación medioambiental a lo largo de los años ha ido empeorando y deteriorándose de manera progresiva y significativa, debido principalmente a que la velocidad del consumo de los seres humanos es inmensamente desproporcional a la velocidad que ésta misma puede recuperarse. El planeta no puede soportar el grado de consumo de recursos actual, (Neila, J. 2004), sin embargo, el impacto al medio ambiente no solo se resume al consumismo comercial traducido en la compra de bienes y servicios, sino también a la arquitectura que es uno de los principales factores que contribuyen a dicho impacto, al ser la construcción responsable del consumo del 50% de los recursos mundiales, convirtiéndola en una de las actividades menos sostenibles del planeta (Edwards B. 2005).

La arquitectura de hoy en día en vez de crear y buscar soluciones a la problemática actual, (Sherwin, C. 2012) ha creado más problemas y contribuido al crecimiento del problema medioambiental, donde los edificios son responsables de más del 40% del uso de la energía mundial y un tercio de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, (UNEP, 2009), además del uso de combustibles fósiles que se utilizan para la calefacción, la iluminación y la ventilación de los edificios.

El desarrollo de las ciudades y el crecimiento urbano tiene consecuencias directas en el medio ambiente, tales como la pérdida y alteración de los ecosistemas y su biodiversidad, la contaminación del agua, suelo y aire, así como el cambio climático global y la reducción de la capa de ozono. (SEMARNAT, 2007).

Las ciudades y poblados en los que vivimos han removido a los ecosistemas originales, secando lagos y ríos, además de sobrecargar la atmósfera con gases y contaminantes que causan cambios en el clima, con el propósito de establecernos y consolidar



Ilustración 1.
<http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documentos/05_serie/yelmedioambiente/yelmedioambiente_completo_v08.pdf>

las ciudades y permitir su crecimiento, siendo un ejemplo claro en el país la Ciudad de México (Ilustración 1), o incluso ganado tierra al mar, como Tokio, la capital japonesa (SEMARNAT, 2007).

Dicho cambio climático es considerado por las Naciones Unidas como una de las peores amenazas al medio ambiente, teniendo un impacto negativo sobre las actividades humanas y a su vez hacia el progreso y los mismos recursos (Edificación Sostenible, 2010).

Partiendo de que el uso de combustibles de los edificios contribuye con el 50% al calentamiento global nace la importancia de tener en cuenta la elevada vida útil de los edificios y sus impactos a largo plazo con el propósito de invertir en tecnologías ecológicas cuyos beneficios se vean reflejados a futuro, de lo contrario, se logran edificios que funcionan de manera aceptable de forma aislada e individual, pero el paisaje urbano en conjunto y su relación con el medio ambiente y el ecosistema mundial entran en crisis, dónde las ciudades se convierten en un conjunto de impactos al por mayor que generan una cantidad excesiva de residuos que aumentan de manera progresiva (Edwards B. 2005)

En México desde los sesenta, se encuentran estudios de bioclima en algunas ciudades del país, por Jáuregui, y ya en la década de los setenta aparecen los primeros trabajos sobre la factibilidad del aprovechamiento de la energía solar y propuestas de casas ecológicas con un enfoque bioclimático, sin embargo, no fue hasta final de estos y principios de los ochentas que se empezaron a experimentar con propuestas de climatización pasiva en edificios por medio del monitoreo de una vivienda prototipo, y es hasta 1982 que se publica el libro ecodiseño, por Fernando Tudela, un documento de conocimientos básicos y elementales sobre la bioclimática y el diseño, con el objetivo de sentar las bases para una toma de conciencia y un cambio de actitud al diseño y la tecnología (Morillón, D. 2011)

En estos mismos años, aparece la primera normativa encaminada hacia la bioclimática en la construcción y arquitectura, con la aparición de las normas técnicas bioclimáticas, del INFONAVIT y ya en 1992 emiten por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, las normas técnicas bioclimáticas para la construcción de hospitales y clínicas, sin embargo, no

es hasta 1995 que la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía habla sobre el desarrollo de normas de eficiencia energética para edificios, encaminadas hacia el ahorro de energía relacionadas con el diseño térmico de la envolvente. En 1993 y 2000, se emiten las normas para los materiales aislantes, eficiencia energética en iluminación, electrodomésticos y las primeras en relacionarse con edificios por la CONAE (Morillón, D. 2011).

A partir de este momento, las normativas y programas sirvieron como un punto de partida para el desarrollo de la arquitectura sustentable en el país, siendo un impulso para el desarrollo sustentable, sin embargo a pesar de existir reglamentos y estímulos fiscales para que las construcciones reúnan ciertos requisitos de protección al medio ambiente, éstos no se aplican por falta de interés y de conocimiento de los mismos por parte de los desarrolladores, resultando en que actualmente exista una evasión plena de todas las contribuciones que la arquitectura puede hacer por el ambiente (El Universal, 2007).

Por tal motivo, la tendencia de urbanización ha resultado en un prototipo de vivienda genérico, llegando al uso indiscriminado y repetitivo de plantas arquitectónicas que se extienden por el territorio, faltos de creatividad, identidad y sin responder a situaciones climáticas particulares. Teniendo como resultado una ciudad excluyente, fragmentada, carente de diversidad, no sustentable en el tiempo y que provoca gastos injustificables de las autoridades municipales para la dotación de infraestructura, servicios y equipamiento (CIDOC Y SHF, 2014) y al no considerarse el comportamiento de dichas edificaciones con base a las condiciones climáticas del entorno surge la necesidad del uso de combustibles fósiles para la calefacción, la iluminación y la ventilación de los edificios, contribuyendo al calentamiento global (Edwards B. 2005).

Aunado a esto, durante 2014 se observó un deterioro en el nivel de satisfacción de calidad de las viviendas, su conjunto y de la ciudad por parte de los usuarios, en donde a pesar de los incentivos existentes el equipamiento ecológico de éstas sigue siendo muy básico, no permitiendo tener una aproximación a viviendas con menores emisiones y ahorro de energía (CIDOC Y SHF, 2014).

De manera particular en Tamaulipas esta tendencia de urbanización se ve reflejada en un prototipo de vivienda estereotipada, teniendo como consecuencia un bajo índice de satisfacción de la vivienda ya mencionado con anterioridad, donde al ser este prototipo expandido en el ámbito urbano el de una vivienda que no responde de manera adecuada a las necesidades de los usuarios ni cuenta con una correcta adecuación a las condiciones particulares del clima y el entorno, se tiene como consecuencia inmediata no solo el aumento de la demanda de vivienda próximo, sino también el aumento de mejoramiento relacionado con la vivienda en el mismo período de tiempo pasando en 2014 de 11, 535 (CIDOC Y SHF, 2014) a 24, 700 en 2016 (SHF, 2016) y donde al no contar la ZCTM con ejemplos o prototipos de arquitectura con alternativas y estrategias sustentables, se demuestra la necesidad de un cambio en el paradigma arquitectónico actual.

Puesto que, siendo la vivienda una expresión del bienestar de la población, y la base del patrimonio y la convivencia familiar y al mismo tiempo la célula del desarrollo urbano; es importante entender que su emplazamiento, diseño arquitectónico y tecnología determinan no solo el carácter de las ciudades, sino también sus condiciones de sustentabilidad (CONAVI, 2008).

Por lo cual, una de las maneras de hacerle frente a dicha presión sobre el medioambiente y de tratar de resolver la problemática desde su vinculación con la vivienda mediante la utilización de tecnologías más inteligentes, y por sobre todo el respeto por los recursos naturales.

Con base en lo anterior, la necesidad de un cambio en la gestión y prototipos de vivienda en la ciudad sirve para lograr mejores niveles de satisfacción por parte de los usuarios (CIDOC Y SHF, 2014), por medio de una mejor adecuación a las condiciones del entorno a la vez que surge como una alternativa para lograr un desarrollo sustentable.

2.1.1. PANORAMA INTERNACIONAL, LATINOAMERICANO Y NACIONAL

A partir de esto, de manera global se han empezado a desarrollar construcciones y proyectos con una preocupación por el respeto hacia el entorno. Los casos de estudio que a continuación se presentan cumplen con las características de diseño encaminadas hacia una arquitectura sustentable, englobando características que van desde el confort, hasta la eficiencia energética, adecuaciones pasivas, selección de materiales entre otras más, con el propósito de tener una visión general de las características a cumplirse dentro de los estándares de dicha clasificación sustentable diseñados bajo los principios de confort térmico y/o sustentabilidad.

Obras como Mountain Dwellings por BIG & JDS en Dinamarca y el conjunto habitacional 100k de Mario Cucinella Arquitectos en Turín Italia, la Cooperativa de viviendas Arroyo Bodonal de Carlos Nieto Gómez en Madrid, The Interlace por OMA en Singapur, el Edificio Habitacional para estudiantes en París por OFIS y el Edificio Bolueta por Varquitectos en Bilbao, son ejemplos representativos de esta arquitectura que empieza a tomar un papel protagónico en el contexto global.

Mountain Dwellings/ BIG & JDS

Este proyecto nació del concepto de la búsqueda de un balance entre la visual de los suburbios y la intensidad social de la densidad urbana. Es la segunda generación de las Casa VM del mismo cliente, donde la innovación del diseño recae en la fusión del edificio destinado al estacionamiento con el de vivienda, combinando ambas funciones.



Ilustración 2. <<http://www.archdaily.mx/mx/02-338873/mountain-dwellings-big-and-jds/>>

Mountain Dwellings aparece como un barrio suburbano de casas con un jardín que fluye sobre un edificio de 10 plantas - la vida suburbana con la densidad urbana. Los jardines en el techo se componen de una terraza y un jardín con plantas que cambian el carácter de acuerdo a los cambios de estación. El edificio cuenta con un sistema de riego enorme que mantiene los jardines en el techo. La única cosa que separa la vivienda del jardín es una fachada de cristal con puertas correderas para proporcionar la luz y el aire fresco (ArchDaily México, 2014).



Ilustración 3. <<http://www.archdaily.mx/mx/02-338873/mountain-dwellings-big-and-jds/>>

Las fachadas norte y oeste están cubiertas por planchas de aluminio perforadas, que permiten la entrada de aire y luz a la zona de estacionamiento. En el día los agujeros de las placas de aluminio van a parecer negro de aluminio brillante, por la noche la fachada se ilumina desde el interior y aparece como un negativo fotográfico de diferentes colores, ya que cada piso en la zona de estacionamiento tiene diferentes colores (ArchDaily México, 2014).

100k/ Mario Cucinella Arquitectos

Este conjunto habitacional ubicado en Turín Italia se presenta como una solución sustentable y de bajo costo (\$100,000 dólares) para familias no muy numerosas que pueden habitar dentro de un programa que no sobrepasa los 100 mt² de superficie. Con un diseño a partir de paneles prefabricados y materiales ligeros como acero y vidrio presenta distintas estrategias para alcanzar una



Ilustración 4. <<http://www.mcarchitects.it/project/la-casa-100k-/>>

mayor eficiencia en su rendimiento total y ser un conjunto de bajo impacto ambiental (Giuliano P. 2009).

El edificio propone algunas técnicas diseño pasivo tanto de enfriamiento a través de circulación de aire en verano, como de calentamiento en sus espacios para aminorar los gastos energéticos durante los períodos más fríos. Por otro lado, sistemas artificiales de generación energética complementan el diseño pasivo: paneles fotovoltaicos cubren parte del exterior del edificio junto con aspas eólicas de alta eficiencia. Además, el conjunto está equipado con sistemas de recolección de aguas lluvia y así aminorar su impacto y aumentar el ahorro (Giuliano P. 2009).

Donde su principal innovación es la devolución de la inversión inicial de la vivienda por medio del ahorro energético a través del tiempo que se logra a través de las estrategias pasivas y aplicaciones sustentables en el diseño de los mismos.

Cooperativa de viviendas Arroyo Bodonal/Carlos Nieto Gómez



Ilustración^{5.}
<http://economia.elpais.com/economia/2016/07/07/actualidad/1467908257_604743.html />



Ilustración^{6.}
<http://economia.elpais.com/economia/2016/07/07/actualidad/1467908257_604743.html />

Este edificio de viviendas ubicado en Madrid rompe el paradigma de los edificios sustentables, siendo en la actualidad el único edificio residencial de Europa que obtiene el certificado LEED Platinum, siendo el máximo reconocimiento internacional por sostenibilidad ecológica y eficiencia energética.

La diferencia de este edificio radica en su envolvente, la cual cuenta con una fachada ventilada, doble acristalamiento y cristalería de alta eficiencia energética, geotermia para provisión de agua caliente y suelo radiante, así como un sistema de ventilación mecánica automatizada en cada vivienda con recuperación de calor. Aunado a esto, los

electrodomésticos de las viviendas son también de eficiencia energética (López S. 2016).

Los elevadores crean energía en la bajada la cual acumulan para ser aprovechada en la subida y hay reinstalación y reserva de espacio para la recarga de las baterías de coches eléctricos en los garajes. Se cuenta con un sistema de recogida y reutilización de agua de lluvia para el ahorro de agua y con un depurador de aguas grises para su reutilización en las cisternas de baños y la limpieza (López S. 2016).

Producto de implementación de estrategias, el gasto medio en electricidad por piso es de apenas 37 euros al mes, los propietarios tienen un ahorro del 75.64% traducidos en 531.371 kWh y la emisión de CO2 disminuye en un 73.20%. Además, el ahorro producido por el sistema de climatización, calefacción y agua caliente está entre 111.996 y 101.571 euros cada año (López S. 2016).

Si se compara con la normativa energética americana, “se ahorra un 44.63% de energía con respecto a un edificio de construcción estándar”, en palabras de Boja López Calle, consultor Leed de Indra, miembro del USGBCI desde 2008 y empresa encargada de la obtención del certificado de dicho inmueble (López S. 2016).

The Interlace/OMA

Este proyecto de unidades departamentales, completan un cinturón verde que se extiende entre Kent Ridge, el Cerro Telok Blangah y el Parque Mount Faber. El Interlace rompe con la tipología estándar de Singapur, caracterizada por torres departamentales verticales y aisladas entre sí, explorando un enfoque diferente y radical por medio de una red interconectada y expansiva de espacios de vida y comunales integrados con el medio ambiente, formando los bloques entrelazados un pueblo vertical con jardines elevados y terrazas privadas y públicas en los techos de los mismos. (Plataforma Arquitectura, 2015).



Ilustración 7. The Interlace.
URL: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766765/the-interlace-oma#_=/>.

El diseño del mismo incorpora elementos de sostenibilidad por medio del análisis de los vientos, sol y las condiciones microclimáticas del lugar, a través de estrategias de energía pasiva de bajo impacto, presentando

primordial atención a la creación de espacios interiores confortables, poniendo a prueba la definición arquitectónica actual de los espacios de vida (Plataforma Arquitectura, 2015).

Aprovechando al máximo la presencia de la naturaleza mediante la introducción de extensas cubiertas verdes, terrazas y balcones, liberando grandes áreas verdes dentro de la urbanización, reforzando mediante estos conceptos incorporados al diseño el nombre del mismo, donde la interconectividad de la comunidad con el medio ambiente y el entorno natural que lo rodea fue punto de partida y rector para la creación de un nuevo hito arquitectónico para Singapur (Plataforma Arquitectura, 2015).

Edificio habitacional para estudiantes en París/OFIS



Ilustración 8. < <http://www.archdaily.mx/mx/02-12897/edificio-habitacional-para-estudiantes-en-paris-ofis/>>

El diseño propuesto por el despacho de arquitectura OFIS destaca por la realización de un diseño pasivo que tiene como objetivo un edificio lo más eficiente posible. Para esto el diseño consistió en la priorización de la funcionalidad y modularidad en las habitaciones considerando

la necesidad de un alto confort térmico en las mismas, siendo una de las preocupaciones principales la cantidad de tiempo que los estudiantes pasan en las habitaciones (Giuliano P. 2008).

A partir de dicho concepto, el diseño del edificio se dividió en dos bloques, teniendo una orientación Este-Oeste y pensadas para ser extra eficientes en relación a la ventilación y asoleamiento y del mismo modo con el objetivo de reducir las pérdidas de calor al máximo, se colocó una aislación térmica en la parte exterior del mismo (Giuliano P. 2008).

Un rasgo particular del diseño es la utilización de bambú en la fachada Oeste como protección para entregar sombra a los espacios interiores y sirviendo como recubrimiento de los volúmenes en el resto de las fachadas, teniendo la alternativa así de tener fachadas estacionales por medio de vegetación caduca, funcionando como filtros solares en la estación más calurosa del año (Giuliano P. 2008).

Edificio Bolueta/Varquitectos

Bilbao contará en 2017 con el edificio residencial más alto del mundo construido bajo los requerimientos de eficiencia en consumo y ahorro energético del passivhaus (Manzano. L, Marrero D. y Castillo D. 2016).

El edificio forma parte de un complejo de 361 viviendas repartidas en dos torres de rascacielos, 108 protegidas y 63 viviendas sociales, levantado por Visesa, la Sociedad Pública del Gobierno Vasco (Bueno J. 2015).



Ilustración
<<http://www.elmundo.es/economia/2015/09/09/55f00259ca4741576f8b4575.html>>

9.

Ahorro energético, alto confort acústico y térmico, calidad del aire interior y uso de materiales naturales son los cuatro aspectos fundamentales que definen su diseño y construcción (Bueno J. 2015).

Las principales medidas que se han tomado para garantizar un edificio de consumo energético casi nulo con un ahorro de hasta un 75% en la factura de calefacción han sido: la mejora en aislamientos, eliminación de puentes térmicos, mejora en acristalamientos y carpinterías, hermeticidad al aire y ventilación mecánica controlada de doble flujo (Bueno J. 2015).

En Latinoamérica proyectos como los Departamentos Sustentables Faena Aleph del despacho Foster+Partners en Argentina y el complejo Sayab de Luis de Garrido en Colombia, destacan por sus aplicaciones sustentables en su diseño.

Departamentos Sustentables Faena Aleph/Foster+Partners

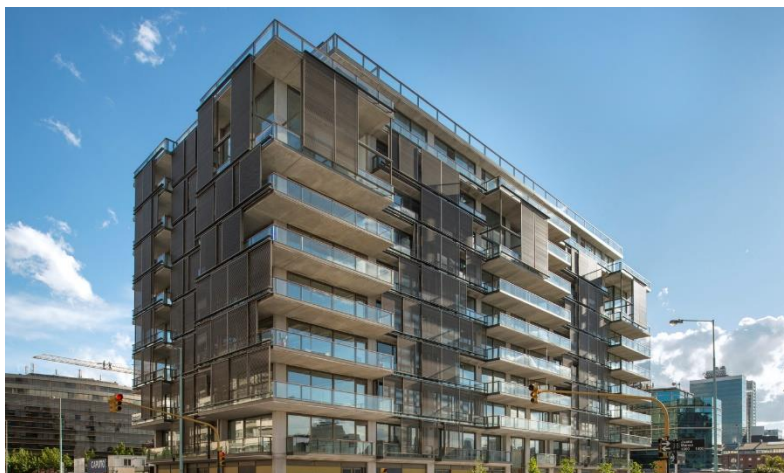


Ilustración 10. <<http://www.archdaily.mx/mx/02-231645/foster-partners-completa-su-primer-proyecto-en-sudamerica-departamentos-sustentables-faena-aleph/>>



Ilustración 11. <<http://www.archdaily.mx/mx/02-231645/foster-partners-completa-su-primer-proyecto-en-sudamerica-departamentos-sustentables-faena-aleph/>>

El proyecto Aleph, basa su concepto en la arquitectura tradicional de la vivienda de Buenos Aires Argentina, así como su legado cultural, siendo fiel a la filosofía del despacho de la propuesta de edificios nuevos que reflejen el espíritu y la época del lugar, teniendo una relación contextual con el mismo (ArchDaily México, 2013).

Cuenta con patios de doble altura que se combinan con espacios de vida en dos niveles y cada apartamento tiene techos abovedados y ventanas corredizas para maximizar la ventilación natural. A través de una combinación de pantallas móviles y balcones, la sombra puede ser modificada según los ángulos solares, lo que garantiza la privacidad y la luz perfecta en los espacios de estar y terrazas (ArchDaily México, 2013).

El diseño de los departamentos desdibuja los límites entre los exteriores y los interiores, redefiniendo así el concepto de vivienda urbana y hábitat, que se aprovecha del clima al aire libre, para combinarse con la vida interior, que ofrece una alterativa hacia un

estilo de vida diferente y atractivo. Con esto lo que se trató de hacer fue redefinir la forma en que se viven las ciudades, mediante la combinación de cultura, espacios verdes y arquitectura (ArchDaily México, 2013).

Sayab/Luis de Garrido

El conjunto habitacional Sayab, cuyo significado es “Fuente natural de vida” en maya, por el arquitecto español Luis de Garrido, se considera la urbanización más sostenible de Colombia. Compuesta por cuatro bloques de pisos con 345 viviendas sociales, en la ciudad de Cali y un consumo energético muy bajo, gastando apenas 20% del consumo de



Ilustración 12. < <http://twenergy.com/co/a/sayab-la-urbanizacion-mas-sostenible-de-colombia-626/>>

viviendas convencionales., ha obtenido la Medalla de Oro a la responsabilidad ambiental, por La Fundación América Sostenible.

Su diseño destaca, por un aprovechamiento al máximo de los recursos naturales, el sol para la iluminación natural, la brisa para la ventilación, la tierra como elemento para refrescar el edificio y el agua de lluvia almacenada en depósitos subterráneos para su utilización en el riego de jardines. Además de que todas las viviendas cuentan con dispositivos ahorradores y economizadores para agua y energía y hacer uso de iluminación LED para la iluminación de las áreas comunes (Twenergy, 2012).

Los cuatro bloques que forman el complejo no necesitan sistemas de calefacción o refrigeración, ya que, gracias a su diseño, son capaces de autorregularse térmicamente y mantenerse a una temperatura media de unos 22° o 23°. Los materiales utilizados en su construcción fueron prefabricados y desmontables, no generando residuos durante el proceso

de construcción, además de ser transpirables para asegurar una ventilación natural en todas las estancias (Twenergy, 2012).

El conjunto residencial maximiza el espacio y la orientación (este – oeste), crea microclimas, optimiza la luz natural a través de patios interiores y transparencias y fomenta la convivencia, siendo las zonas verdes otro punto fundamental, contando con cuatro tipos de zonas situadas en diferentes lugares: el espacio exterior de los bloques, los patios interiores, los patios perimetrales entre las viviendas, y las cubiertas de los bloques (Twenergy, 2012).

Nicolás San Juan/Taller 13

En el país, proyectos como Nicolás San Juan del Taller 13. Arquitectura Regenerativa, el Edificio Tamarindos de Garduño Arquitectos y Rinconada del Rosario de Grupo Atelier, sirven de ejemplo para la expansión de una arquitectura sustentable que lleve a un nuevo modelo de desarrollo sostenible en las ciudades.



Ilustración 13.
<<http://labmx.blogspot.mx/2011/04/taller-de-construccion-de-muros-de-paja.html/>>

Es un conjunto de 7 departamentos de 2 o 3 niveles y dobles alturas en la ciudad de México. Cuentan con alto desempeño Ecológico. El desarrollo tiene huertos urbanos en terrazas con producción de comida. Tiene un programa de manejo y reciclado de residuos. Se captan las aguas pluviales cascadeandolas con reúso y reciclaje (Laboratorio de Arquitectura básica mx, S.F.).



Ilustración 14.
<<http://labmx.blogspot.mx/2011/04/taller-de-construccion-de-muros-de-paja.html/>>

Los muros están contruidos con muros de pacas de paja entre departamentos y la estructura está inspirada en los árboles del entorno optimizando la cantidad de material y su resistencia, es el primer edificio de departamentos en México que cuenta con muros de paja (Laboratorio de Arquitectura básica mx, S.F.).

Edificio Tamarindos/Garduño Arquitectos

El Edificio Tamarindos, se sitúa en Bosques de las Lomas. Se caracteriza por una propuesta arquitectónica vanguardista presente en una superposición de cuerpos desfasados que se involucran con el entorno y el emplazamiento de bosques y áreas verdes. El edificio se compone de tan solo cuatro pisos en la entrada principal mientras que en la parte posterior se complementa con 14 pisos y una terraza- jardín sobre la azotea (Casiopea, 2012).

Uno de los objetivos al diseñar el conjunto de viviendas era darle un aspecto innovador,



Ilustración 15. http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Edificio_Tamarindos_-_Mexico_DF,_Mexico/_Gardu%C3%B1o_Arquitectos/



Ilustración 16. http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Edificio_Tamarindos_-_Mexico_DF,_Mexico/_Gardu%C3%B1o_Arquitectos/

distinguiéndose de las fachadas y caras laterales de las demás edificaciones aledañas, intentando suprimir la continuidad de muro y fachada que contribuye a un volumen denso y masivo. Para resolver esta problemática se crea una superposición de cuerpos, intercambiando el material en cada entrepiso, generando así, cajas de madera que se transforman, teniendo la posibilidad de poder abrirse o cerrar mecánicamente y dando la impresión de flotar sobre la terraza transparente y volada que es continuación de la base de concreto aparente, que además crea una fachada viva que cambia según el momento del día

cerrándose en la noche para dar privacidad y abriéndose poco a poco durante la mañana (Casiopea, 2012).

Dentro de los sistemas y aplicaciones sustentables que maneja se encuentran la utilización de sistema de paneles fotovoltaicos para el ahorro de gas en edificio en general, ubicados en la azotea, captación de agua pluvial/ techos vivos; plantados en el espacio restante de la azotea y en los espacios laterales de la terraza donde no se encuentra techado y en la aplicación de luces fluorescentes incluyendo bombillas de bajo consumo. Aunado a esto, el 90% de la madera es reutilizada y el 10% cumple con el certificado FSC, se utilizó concreto aparente para evitar mantenimiento y repeler el calor, así como para la reducción emisiones VOC (Casiopea, 2012).

Rinconada del Rosario/Grupo Atelier



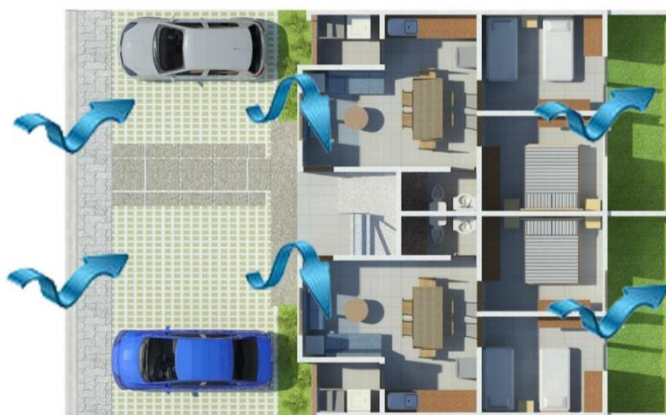
Ilustración 17. Desarrollo Habitacional Rinconada del Rosario. Fuente: SEDATU.

El Desarrollo Habitacional Rinconada del Rosario ubicado en Tonalá Jalisco fue construido y diseñado pensando en los lineamientos de la NAMA de Vivienda Sustentable de México, la cual aborda la eficiencia energética en la construcción basándose en el “desempeño integral de la vivienda”, a partir de la cual se

fijan los estándares para la demanda total de energía primaria basada en el prototipo y la zona bioclimática a través de la implementación de eco-tecnologías, mejoras en el diseño arquitectónico y la utilización de materiales constructivos eficientes (SEDATU, 2017). Partiendo de esta perspectiva los prototipos mencionados cuentan con una serie de ecotecnologías implementadas para lograr y garantizar dicho estándar de eficiencia y confort.

Dentro de las características generales, los prototipos cuentan con aislamiento térmico en techo y muros, eliminando ruidos exteriores y conservando la temperatura de confort dentro del hogar, reduciendo con esto el gasto eléctrico. Dicha selección de materiales fue hecha resultado de un estudio específico de la localidad la cual por medio de simulaciones arrojó la selección de tres materiales diferentes para la envolvente térmica certificados bajo los estándares más estrictos con el fin de asegurar la disminución del gasto de energía eléctrica, gas y agua en la vivienda (Grupo Atelier, 2017).

Aunado a esto, los departamentos están envueltos y sellados desde muros, ventanas y puertas, para asegurar que la temperatura de los interiores se mantenga dentro de los parámetros de confort y con eso evitar el uso de ventilación artificial y calentadores asociados al control de la temperatura. Además de contar con un sistema de recolección de agua pluvial para el retorno de la misma a los mantos freáticos, un sistema de filtración de aguas jabonosas, fotoceldas para alimentar por medio de energía solar las lamparas de los cubos de escaleras y estacionamiento y el uso de materiales reciclados para la construcción de macetas (Grupo Atelier, 2017).



VENTILACION CRUZADA

Ilustración 18. Ventilación Cruzada. Fuente: Grupo Atelier.

Las ventanas fueron ubicadas estratégicamente considerando los vientos dominantes de la zona para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores (SEDATU, 2017). La selección de accesorios también fue pensada para estar dentro de los requerimientos de la NAMA, utilizando focos

LED, focos ahorradores, válvulas de seccionamiento, llaves mezcladoras, inodoros y regadera ahorradoras de agua, calentador de paso de rápida recuperación para ahorro de gas

en la vivienda y la separación de basura por medio de botes orgánicos e inorgánicos (Grupo Atelier, 2017).

A continuación, se presenta una tabla síntesis con las estrategias y tecnologías utilizadas en los casos de estudios presentados, de todos estos, los orientados a la eficientización de los sistemas y la energía así como a la adecuación de los proyectos con las condiciones climáticas locales son los que resultan más adecuados para los objetivos buscados de un confort térmico más adecuado por medio de la utilización de estrategias sustentables activas y pasivas, por lo que 100K, la Cooperativa de Viviendas Arroyo Bodonal, el Edificio Habitacional para Estudiantes, Sayab, el Edificio Tamarindos y los prototipos de Rinconada del Rosario, son los ejemplos más representativos para el estudio de la aplicabilidad de sus sistemas y estrategias en el diseño y desarrollo del prototipo de vivienda departamental sustentable buscado en este Trabajo de Obtención de Grado.

2.1.2. TABLA SINTESIS DE ESTRATEGIAS CASOS ANALOGOS

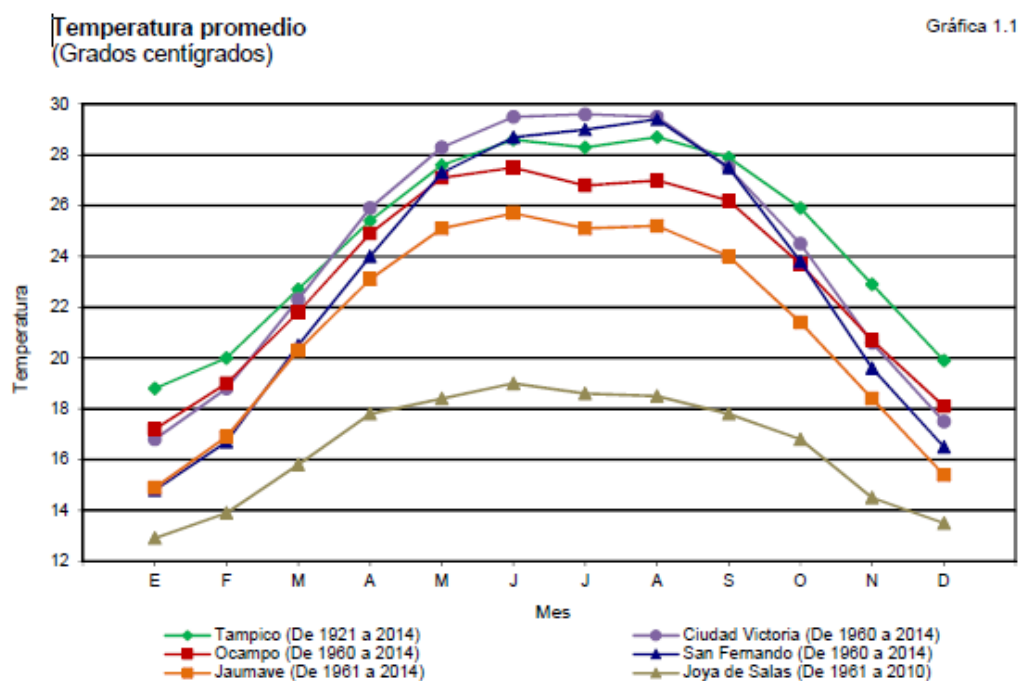
ESTRATEGIAS	MOUNTAIN DWELLINGS	100K	COOPERATIVA DE VIVENDAS ARROYO BODONAL	THE INTERLACE	EDIFICIO HABITACIONAL PARA ESTUDIANTES EN PARÍS	EDIFICIO BOLUETA	DEPARTAMENTO S SUSTENTABLES FAENA ALEPH	SAYAB	NICÓLAS SAN JUAN	EDIFICIO TAMARINDOS	RINCONADA DEL ROSARIO
▪ Jardines verdes	X			X						X	X
▪ Terrazas	X			X						X	
▪ Sistema de riego	X										
▪ Iluminación natural	X							X			
▪ Ventilación natural	X	X		X	X		X	X			X
▪ Paneles Prefabricados		X						X			
▪ Diseño Pasivo		X		X	X			X			X
▪ Paneles fotovoltaicos		X								X	X
▪ Recolección agua pluvial		X	X					X	X	X	X
▪ Fachada ventilada	X		X								
▪ Doble acristalamiento/cristales alta eficiencia			X			X					X
▪ Sistema de ventilación mecánica			X			X					
▪ Dispositivos ahorradores o de bajo consumo			X					X		X	X
▪ Recarga de batería de coches eléctricos			X								
▪ Reutilización de aguas grises			X								X
▪ Ahorro de energía			X			X		X			X
▪ Orientación/Asoleamiento				X	X		X	X			X
▪ Aislación térmica exterior					X						X
▪ Materiales naturales					X	X			X		
▪ Confort acústico						X					X
▪ Confort térmico						X					X
▪ Patios							X	X			
▪ Huertos urbanos									X		
▪ Manejo de residuos									X		X
▪ Materiales reutilizados										X	X

Tabla 1. Tabla Sintesis de Estrategias Casos Análogos. Elaboración Propia.

2.1.3. ZONA CONURBADA DE TAMPICO MADERO

En la zona conurbada de Tampico y Madero, los acercamientos más próximos al desarrollo de viviendas o conjuntos departamentales con aplicaciones sustentables, son los que cuentan con aplicaciones pasivas o con algún tipo de sistema aislado ya sea de obtención de energías alternativas o que cuentan con consideraciones acerca de una adecuada orientación al entorno, no existiendo ejemplos tan claros ni concebidos desde su concepto como una arquitectura sustentable.

Sin embargo, de manera específica, las condiciones climáticas particulares de ZCTM son una condicionante fundamental de tomarse en cuenta, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el clima de la zona se encuentra determinado por tres factores principales: la latitud de la zona, la cercanía al Golfo de México y la altitud de las tierras, teniendo una predominancia de climas cálidos y relativamente húmedos, con una temperatura media anual de 24.7 °C, según los últimos datos presentados en el Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas 2015 (INEGI, 2015) con una humedad relativa promedio elevada y vientos del este y sureste (Roux R., Espuna J. & García V. 2010).



En el estado, los vientos húmedos penetran en el continente y dejan caer gran parte de la precipitación anual, junto con intensas lluvias, además durante los meses invernales llegan desde el Golfo de México, los denominados “nortes”, masas de aire polar que provocan precipitaciones y condiciones de alta humedad atmosférica, que repercuten en mayor medida en la parte central y norte del área. De manera general, en el estado se presentan con dirección este los vientos dominantes y en otoño e invierno tienen lugar los antes mencionados “nortes”, variando en las otras estaciones de sur a norte (DIGAOM, S.F).

De manera específica en la ZCTM, como se menciona anteriormente, estos vientos del este-sureste, son los dominantes y los reinantes del nor-noreste, con un período anual de 60.3% de frecuencia de vientos del este-sureste, con velocidad de 2.8 m/seg (entre 2.58 a 3.3 m/seg), y con 15.1% de vientos del norte con velocidad promedio de 4.7 m/seg (3.9 a 5.8 m/seg), y del este el 13.1% considerando su velocidad de 2.2. m/seg. A pesar de resultar dominantes los vientos del sureste, a lo largo del año se registran variaciones, durante el período de mayo a octubre se registra un 25% con dirección sureste y un 17.5% en dirección noreste, mientras que de noviembre a abril los vientos del norte tienen una frecuencia del 10%, del este un 25% y del sureste un 30% (R. Ayuntamiento de Tampico, 2015).

Dicha humedad relativa antes mencionada tiene un promedio anual del 70%, y el porcentaje más bajo es del 50%, siendo los meses de enero y febrero por lo general los menos húmedos debido al paso de los vientos secos de invierno (nortes) mientras que septiembre usualmente se registra como el mes más húmedo del año al registrar más precipitaciones, por lo que es vital procurar la protección y el manejo de dichas condiciones de humedad, temperatura y vientos, por medio del diseño en la vivienda, para procurar una vivienda con adecuadas condiciones de habitabilidad y confort (Roux R., Espuna J. & García V. 2010).

A pesar de esto, resulta complicado definir una casa típica tampiqueña o maderense, ya que factores como la ubicación del terreno y la época de construcción han modificado la forma arquitectónica, los materiales y la mano de obra (Roux R., Espuna J. & García V. 2010), por lo que no se puede identificar un prototipo de vivienda propio de la ZCTM como tal, resultando en el ejercicio de una arquitectura en la localidad marcada por tendencias,

gustos o interés de los constructores, sin un análisis adecuado de las condiciones climáticas y su integración al entorno.

Un ejemplo claro de esto es que hasta finales de la década de los sesenta se consideraba elevar los techos a más de tres metros con el propósito de la creación de un colchón de aire que evitaba la radiación de calor al interior de la misma, las techumbres o aleros se prolongan hacia el exterior para la protección de la paredes al desgaste del sol y la lluvia, protegiendo a su vez el interior de la vivienda del asoleamiento del calentamiento de la pared expuesta al sol, (Roux R., Espuna J. & García V. 2010), prácticas que han caído en desuso y han sido sustituidas por tendencias constructivas “modernas” o minimalistas cuyo diseño responde a otras condiciones climáticas sin una adecuación previa de las mismas al entorno de la localidad.

MESES	CDD	MESES	HDD
1/1/2016	52	1/1/2017	59
2/1/2016	71	2/1/2017	10
3/1/2016	91	3/1/2017	9
4/1/2016	143	4/1/2017	1
5/1/2016	196	5/1/2017	1
6/1/2016	231	6/1/2017	0
7/1/2016	236	7/1/2016	0
8/1/2016	229	8/1/2016	0
9/1/2016	203	9/1/2016	0
10/1/2016	166	10/1/2016	0
11/1/2015	76	11/1/2016	11
12/1/2015	57	12/1/2016	56

*Ilustración 20. Grados Días de enfriamiento y Calefacción.
Elaboración Propia. <http://www.degreedays.net/>.*

Si seguimos ahondando en las condiciones climáticas de la zona queda en evidencia la necesidad latente del desarrollo de un prototipo de vivienda que responda a las condiciones climáticas de la zona de estudio de una manera más adecuada, por ejemplo, en un análisis práctico si se analizan los grados días de enfriamiento (Cooling Degree-day).

Los Grados-Día constituyen un parámetro importante a considerarse para la definición de las estrategias de diseño en

relación a los requerimiento de climatización, ya sea natural o artificial y por consiguiente a la demanda de energía de una edificación, en una definición simple, se refieren a la diferencia entre la temperatura base de referencia y la temperatura media diaria exterior. Es decir, las diferencias acumuladas de las tempertauras hora por hora a lo largo de todo el día dan los resultados los Grados-hora diarios, que divididos entre las 24 horas dan como resultado los Grados-Día, obteniéndose el mismo resultado al restar a la temperatura base de referencia la

temperatura media diaria exterior. De esta manera, pueden definirse como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento en grados necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en un cierto período de tiempo (Fuentes, V. S.F.).

Si se analizan los Grados-Día de todo un año conforme a la base de datos del aeropuerto de Tampico extraída de la página Degree Days.net del año 2015, 2016 y 2017 con una temperatura base media de 21° C, puede observarse en la Tabla (Ilustración 20) que durante los meses más calurosos en verano comprendiendo los meses de Junio a Agosto, las cifras ascienden desde 262 a 309 (CDD), siendo cifras altas, que indican la cantidad de grados cuando la temperatura del aire exterior estuvo por encima de la temperatura base antes mencionado siendo esa sumatoria total de grados en la que es necesaria el uso de ventilación artificial para mantener el nivel de confort, teniendo un efecto directo en los consumos de energía necesario para el enfriamiento de los edificios si no se toma en cuenta el entorno al momento del diseño de estos, por el contrario los Grados-Día correspondientes a la calefacción (HDD), son bajos y solo durante seis meses se presentan lecturas, no significando un punto crítico a considerarse.

Estas lecturas se entienden si se ve el mapa de distribución de temperatura del estado, donde la zona conurbada de Tampico-Madero está en el rango más caluroso de 24 a 26 grados centígrados

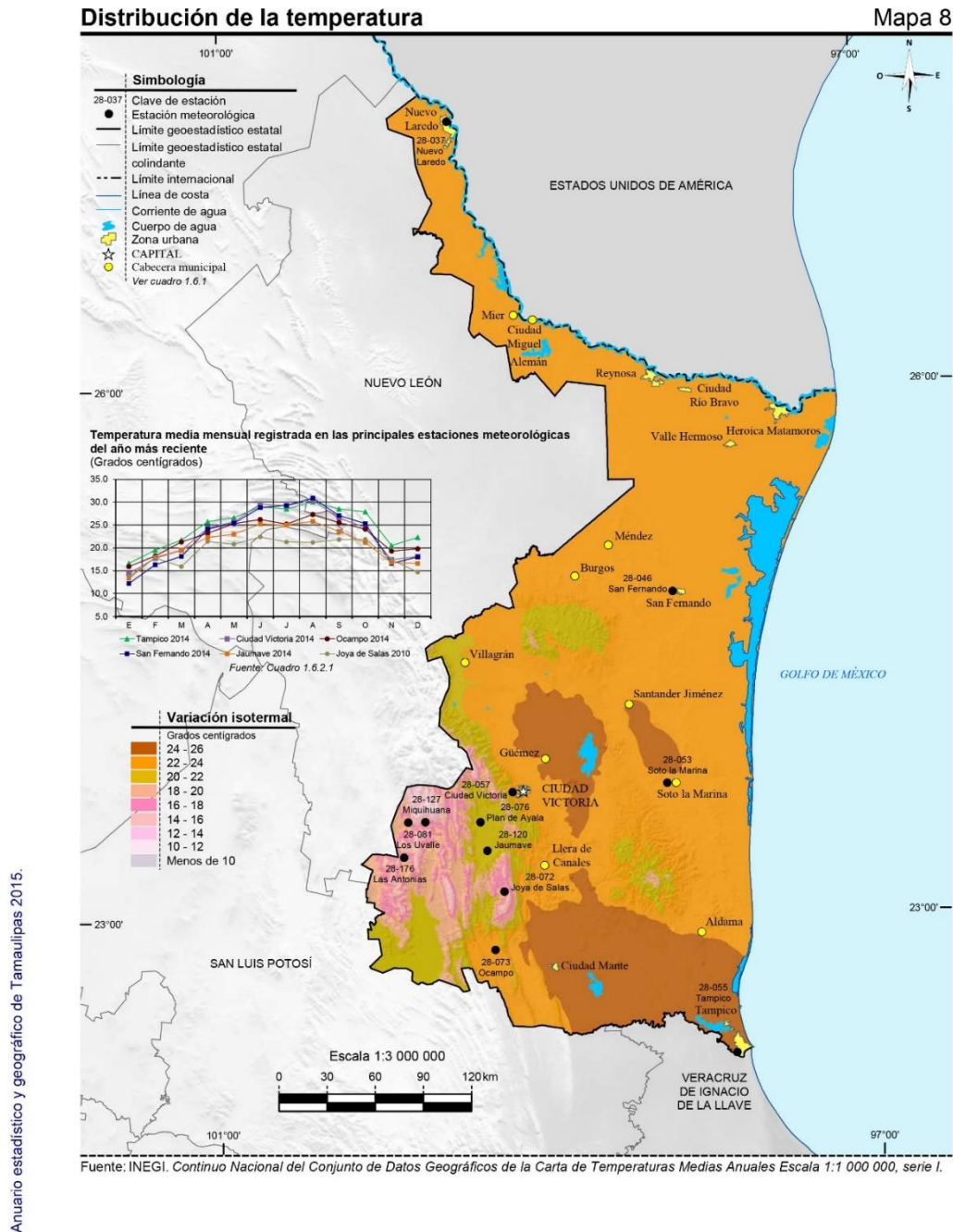


Ilustración 21. <http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAMS_ANUARIO_PDF15.pdf/>

Con base en el mapa anterior, se elaboró un Mapa de Severidad Climática para verano, clasificando los estados de manera general en cuatro zonas, considerando dos excepciones en los estados de Casas y Ferias por influencia directa de las altitudes en la temperatura, ubicándose la zona conurbada de Tampico-Madero en la Zona 1.

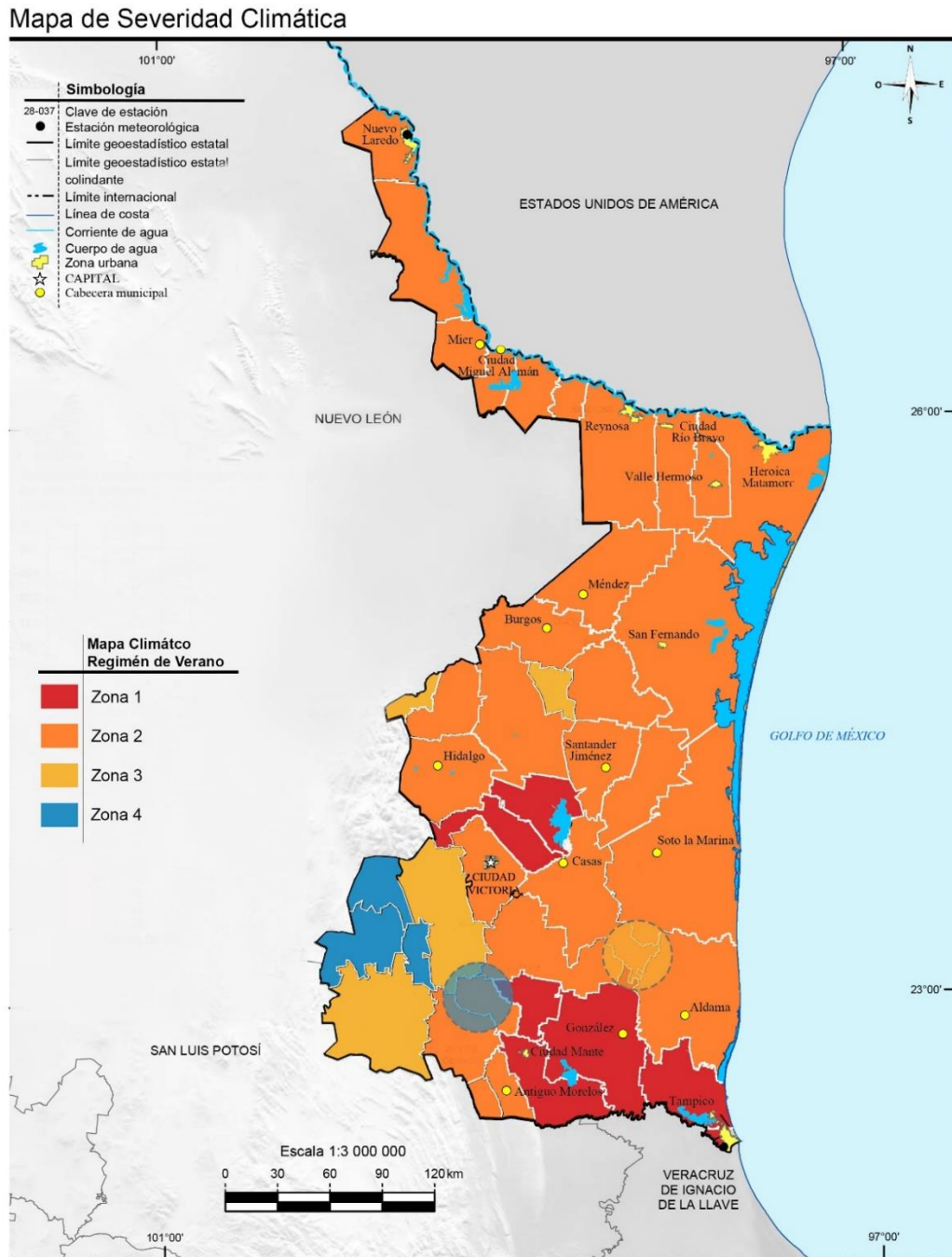


Ilustración 22. Mapa de Severidad Climática en Verano del Estado de Tamaulipas. Elaboración Propia.

2.2. REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL TEMA

La definición de sustentabilidad elaborada en 1987 por la Comisión Brundtland nos dice que es aquella:

“Que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland en Edwards B.2005).

Sin embargo, en la actualidad dicho concepto se ha ido ampliando debido a la gran diversidad presente hoy en día producto de su adaptación a las necesidades contemporáneas.

Por ejemplo, el estudio de arquitectura Norman Foster+Partners, la define como la creación de edificios:

“Que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexible en el uso y pensados para tener una larga vida útil” (Norman Foster+Partners en Edwards B. 2005)

Mientras que La Building Services Research and Information Association (Asociación para la Información e Investigación sobre las Instalaciones de los Edificios, BSRIA) la ha definido como:

“La creación y gestión de edificios saludables basados en principios ecológicos y en el uso eficiente de los recursos” (BSRIA en Edwards B. 2005)

Aceptando actualmente la introducción de subdefiniciones y variantes a la primera (Edwards B. 2005).

Todas estas, no pretenden otra cosa más que dar soluciones a partir de los puntos menos explorados que identifican en el modelo Brundtland, con base en las necesidades propias que dicta el entorno, el ambiente o el lugar (Tetreault, V. 2004), por lo que es claro que la única manera posible y efectiva de llegar a un modelo de desarrollo sustentable no solo depende del seguimiento de un principio o propuestas, sino que dicho modelo debe de ser seleccionado previamente con base a su capacidad de aplicación a un problema específico al que se busca dar solución en un lugar determinado.

Por otro lado, *“El objetivo de la arquitectura es hacer espacios donde se pueda vivir o trabajar de una forma, es decir, con salud y bienestar, por lo que el objetivo inicial y fundamental es crear espacios habitables”* (Neila, J. y Acha R., C. 2013).

Si analizamos esta definición, queda evidenciado que la arquitectura que se desarrolla actualmente en Tampico-Madero no cumple con el objetivo de la creación de espacios y lugares que vayan más allá de un espacio de protección, que cubran de manera efectiva las dimensiones de sustentabilidad, habitabilidad y bienestar y este habitar se entienda:

“Como el resultado de las complejas relaciones entre las personas y su entorno” (Guevara, J. y Jiménez, . 1993).

Con base en lo anterior, el objeto de estudio es la vivienda departamental sustentable con énfasis en el confort térmico en la zona conurbada de Tampico-Madero en el interior de las viviendas y su relación con la calidad de vida de los usuarios y la eficiencia energética.

El confort térmico puede definirse por medio de un enfoque cualitativo como *“como la ausencia de irritación o malestar térmico”* (Givoni, 1998 en Gómez, G., Bojórquez, G., Ruiz, R. 2007). Mientras a su vez se define también como *“aquella condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico”* (ASHRAE, 2001, en Gómez, G., Bojórquez, G., Ruiz, R. 2007).

Mientras que de manera cuantitativa el confort térmico se entiende como la consecuencia a un estado de equilibrio resultante del balance de las cargas térmicas que se intercambian entre el cuerpo humano y su ambiente inmediato, en respuesta a los elementos externos del clima: radiación, temperatura, humedad y movimiento el aire como elementos principales (Critchfield, H. 1974 en Gómez, G., Bojórquez, G., Ruiz, R. 2007).

Sin embargo, a lo largo de los años y hasta la fecha se han planteado decenas de índices de confort, de entre todos los más utilizados son la temperatura efectiva estándar, el Predicted Mean Vote (PMV) o índice de bienestar térmico y los llamados modelos de

adaptación, siendo estos los únicos que han sido incorporados en normas internacionales, como lo son la norma ANSI/ASHRAE 55-1981 en el caso de la temperatura efectiva estándar y el PMV reglamentado en la norma ISO/CEN 7730-1993, teniendo la última actualización de las mismas en la norma ASHRAE 55. El primero, el índice de temperatura efectiva estándar se define como la temperatura de bulbo seco de un espacio sin corrientes de aire y 50% de humedad relativa, donde los usuarios tienen el mismo intercambio neto de calor portando ropa ligera y en una actividad sedentaria, mientras que en los modelos de adaptación utilizados por la ASHRAE existe una relación directa entre la temperatura interior y los usuarios, pues parten del supuesto que es el mismo usuario el encargado de regular las condiciones térmicas por medio de la apertura o cierre de ventanas. (Irulegi, O., Serra, A. 2012).

Siendo por lo general la zona de confort con mayor aplicabilidad, la definida en el ASHRAE HANDBOOK 1993, la cual se dibuja sobre un diagrama psicrométrico donde se relaciona la temperatura del aire y la humedad relativa y que especifica límites de confort en temperatura del aire y temperatura del clima interior en un recinto. Dichas condiciones en las que un adulto percibe el confort térmico ha sido estudiada y definida en la antes mencionada

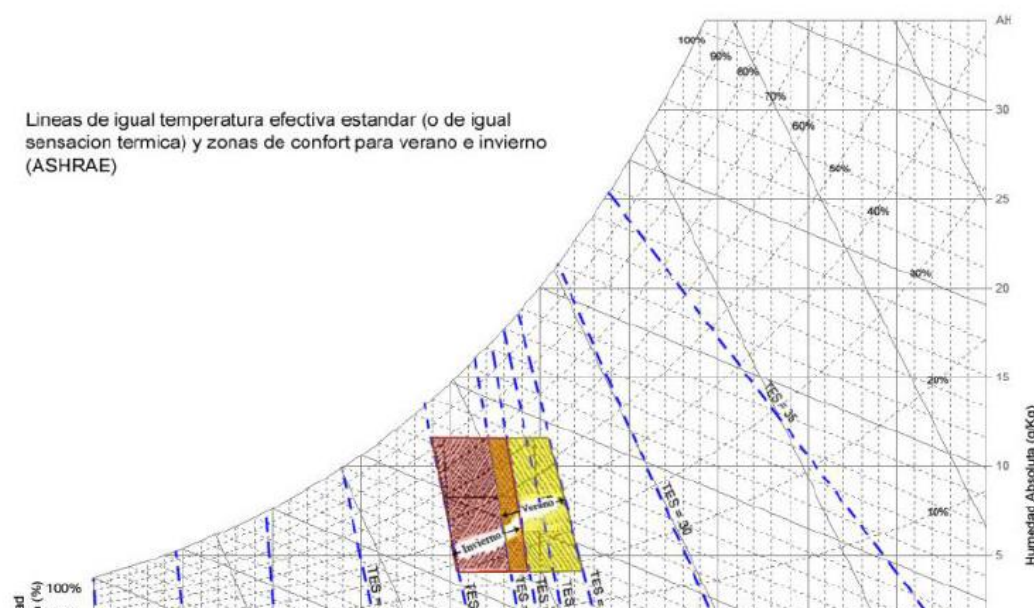


Ilustración 23. Irulegi, O., Serra, A. (2012). Herramientas de análisis climático y estrategias de proyecto. En R. Hernández Minguillón, O. Irulegi, M. Aranjuelo Fernández-Miranda (Eds.) *Arquitectura Ecoeficiente* (Tomo I, pp. 65 – 96). San Sebastián, España. Servicio Editorial de la UPV/ EHU.

NORMA 55 1992 de la ASHRAE a partir de la temperatura efectiva, ubicándola en una zona del diagrama psicrométrico (Irulegi, O., Serra, A. 2012).

Los rangos para que se cumpla dicho confort térmico y húmedico, son delimitados dentro de la zona de bienestar entre los 20/21°C y 28°C, con una humedad relativa entre 19% y 75%, también se encuentran los parámetros dentro del área de confort establecida entre los 19,5°C hasta el 80% de humedad y 27°C hasta el 50% de humedad, no sintiendo frío ni calor, según diseñadas por Olgyay (1998), mientras que los parámetros de confort establecidos por Givoni (1998) están circunscritos en un polígono delimitado por los 22°C/29°C con el 20%/75% de humedad, de manera específica en la ZCTM según los datos arrojados en la gráfica del programa Climate Consultant, la zona de confort se encuentra entre los 21°C y 27°C, con una humedad relativa de hasta el 50%.

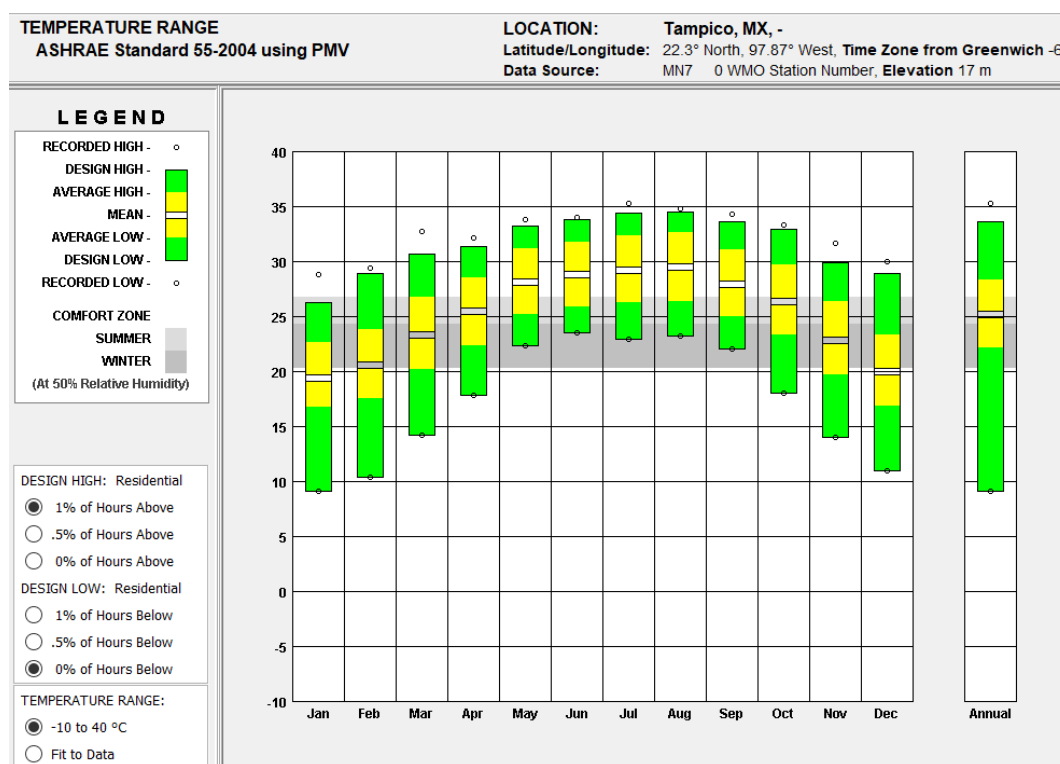


Ilustración 24. Rangos de Temperatura.. Elaboración propia. Climate Consultant 6.0.

Entendiendo lo anterior, es conveniente decir que el fenómeno del confort térmico tiene dos componentes, una de carácter subjetivo y otro objetivo, y es una parte constitutiva y fundamental que impacta la habitabilidad de los espacios arquitectónicos, (Mayorga, J.

2012), dada esta última por elementos del medio natural, construido, social, biológico y psicológico.

La actualización de la norma ANSI/ASHRAE 55 (2004) tuvo el propósito de encontrar un modelo de unificación que conciliara las diferencias entre los dos enfoques contrapuestos, que incluyera tanto los postulados de Fanger (1970,2001,2002), el cual inicio los modelos denominados de predicción (PMV) mediante un enfoque cuantitativo, determinista y universal, por medio de ecuaciones, así como la contribución de Brager y De Dea (1998) donde se acepta la existencia de diferentes niveles de adaptación (conducta, fisiológico y psicológico), conceptos que no eran reconocidos desde el punto de vista de los modelos racionales (Gómez, G., Bojórquez. G., Ruiz R., 2007).

Por tal motivo se hizo un análisis de los indicadores involucrados en las variaciones del concepto de confort térmico como lo son la temperatura, tanto del ambiente como del aire, la humedad, el asoleamiento, los vientos, los materiales utilizados y su comportamiento ante las condiciones climáticas en relación a las ganancias y pérdidas de calor, así como las fallas u oportunidades presentes en los prototipos de vivienda departamental desarrollados actualmente en la localidad, haciéndose la selección de tres conjuntos departamentales existentes en la zona metropolitana de Guadalajara con base a las características arquitectónicas y estrategias de diseño orientadas al control de humedad y al aprovechamiento más adecuado de las condiciones climáticas con aplicaciones sustentables para hacer una identificación de las mismas y su posible aplicación en el prototipo a desarrollarse en la zona conurbada de Tampico-Madero, está selección se hizo debido a la escases de casos similares en la zona de estudio en cuestión, para a partir de lo observado hacer un análisis de las estrategias y sean complementadas posteriormente con información a partir de la bibliografía, el resto de la información de campo y de los resultados arrojados por softwares como Climate Consultant para hacer una selección precisa de las mismas con base en las condiciones propias de la ZCTM.

Con el análisis de dichos observables como la orientación de las edificaciones en relación al asoleamiento, el aprovechamiento de la ventilación natural, las ganancias o

pérdidas de calor de los materiales, la cantidad de humedad en los ambientes interiores se logra establecer su relación e influencia con indicadores de satisfacción de los usuarios en relación a los espacios que habita y como afecta la calidad de vida los mismos.

Para conseguir mejores condiciones de habitabilidad en las viviendas, entendida como el atributo de los espacios construidos para satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de los individuos y grupos que los habitan (Landáruzi y Mercado, 2004), puesto que para que exista calidad de vida en los espacios, estos deberán tener principalmente áreas urbanas habitables para el ser humano, constituyendo la habitabilidad una condicionante para el desarrollo de la misma (Moreno, S. 2008).

Puesto que el tipo de vivienda combinado con factores económicos, de nutrición, educación, ambientales, sociales, de contaminación atmosférica, el acceso a servicios individuales, estilos de vida y labores, son los principales determinantes que influyen en el concepto de calidad de vida (Collado R. 1997), de ahí la clara importancia del concepto de una vivienda digna como una vivienda habitable y la referencia a la vivienda como uno de los factores principales del bienestar (Mayorga, J. 2012).

Sin embargo, cuando se habla de un diseño sustentable, se hace referencia a la forma de proyectar y de construir que tiene en cuenta los recursos materiales con los que se va a ejecutar la obra, así como a los recursos energéticos que van a consumirse, teniendo como objetivo la construcción sustentable minimizar dichos aspectos, mediante el uso de estrategias bioclimáticas y una adecuada gestión y empleo de los materiales utilizados (Neila, J. y Acha R., C. 2013).

Es decir, el desarrollo de un diseño sustentable brinda soluciones desde la concepción misma y prediseño de estos, desde antes del proceso constructivo convirtiéndose así en una herramienta para el control de los recursos, tanto naturales, materiales, financieros y humanos necesarios para lograr una reducción del impacto al medio ambiente y ahorro de dichos recursos durante cada una de las fases del ciclo de vida de los edificios y construcciones (Hernández, S. 2008).

La sustentabilidad en la arquitectura la define Hernández como una forma racional y responsable bajo premisas de ahorro de recursos naturales, financieros y humanos de crear espacios habitables al ser humano, para lo cual debe cubrir también los requerimientos de habitabilidad del presente y del futuro, siendo no solo una moda ecológica, sino una verdadera necesidad actual y para el futuro del desarrollo del sitio o lugar en cuestión (Hernández, S. 2008).

Dicho esto la habitabilidad de los espacios debe ir acompañada de una eficiencia energética, entendida como el máximo aprovechamiento de energías pasivas combinadas, en el caso de ser necesario, con las activas (Gallardo, L. 2013) a través de la utilización de tecnología que necesiten menos energía para la realización de la misma tarea, pues la habitabilidad es en definitiva el resultado de aplicar al conjunto de indicadores que nos permiten definir el ambiente los valores correctos a través de las técnicas de acondicionamiento ambiental (Neila, J. y Acha R., C. 2013).

Siendo conscientes que la energía es un elemento esencial para la sostenibilidad (Edwards B. 2005), sobre todo si se parte desde la premisa que los recursos del clima son enormes y solo hay que captarlos para hacer un buen uso de ellos para el acondicionamiento de un edificio, la forma más eficiente es la implementación de estrategias arquitectónicas que se incorporen como parte del propio edificio no siendo necesaria la utilización de equipos mecánicos y el uso de energías convencionales (Neila, J. y Acha R., C. 2013).

La habitabilidad entonces, se encuentra directamente relacionada con la eficiencia de la energía y recursos incidiendo directamente en la calidad de vida de las personas y de la edificación, siendo lo que permite tener un hogar caliente en invierno y fresco en verano, teniendo presentes parámetros que permitan el diseño y la construcción de viviendas relacionadas con el clima y el confort (Gallardo, L. 2013).

Acompañada además de un buen proceso de selección de materiales, siendo uno de los pilares que garantizan la optimización en términos de sostenibilidad, (EOI, 2007) por medio de una gestión efectiva que garantice el mejor desempeño de la edificación y un

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a través de un uso racional de los mismos y cuyos efectos resulten menos perjudiciales para el ambiente ajustándose a las necesidades climáticas del entorno.

Con el objetivo de lograr gracias a estos elementos una mejora de la calidad de vida en la vivienda por medio de un confort térmico adecuado a través de una arquitectura sustentable en la ZCTM, que involucre los pilares, social, económico, ambiental y urbano, traducida en una búsqueda del bienestar para los usuarios de las mismas garantizando las condiciones óptimas y necesarias para su desenvolvimiento y por sobre todo un respeto por el medio ambiente y el entorno a través de la implementación de estrategias desde la concepción misma del diseño de la vivienda.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el diseño metodológico se desarrollaron una serie de técnicas e instrumentos tanto con un enfoque cualitativo como cuantitativo, para poder interpretar de una manera más acertada con base en las necesidades específicas locales la información obtenida. A continuación, se exponen las hipótesis y objetivos del presente trabajo, así como la serie de técnicas para el trabajo de campo orientadas al estudio e identificación del diseño bioclimático, las estrategias y tecnologías orientadas al confort y la energía, los prototipos de vivienda desarrollados en la actualidad en la zona conurbada de Tampico-Madero, los materiales utilizados y la relación de estos elementos con la calidad de vida y el confort térmico, pasando a su análisis e interpretación y finalizando con las conclusiones correspondientes a los hallazgos obtenidos.

3.1. HIPÓTESIS O SUPUESTO DE TRABAJO

Actualmente en la zona conurbada de Tampico-Madero ante la inexistencia de viviendas o conjuntos habitacionales sustentables, a partir de esto, el supuesto del trabajo parte que el desarrollo de un prototipo departamental adecuado a las condiciones bioclimáticas locales de confort higro térmico podría generar un confort térmico más adecuado, reducir el consumo energético en las viviendas e impulsar un desarrollo urbano ambientalmente responsable.

3.1.2. HIPÓTESIS PARTICULARES

- Las tecnologías innovadoras y/o ecológicas pueden contribuir a mejorar el comportamiento de la ganancia de calor en la zona de Tampico-Madero contra tecnologías tradicionales.
- Materiales con un mejor comportamiento térmico en la zona permitirán un confort térmico más adecuado.
- Una adecuación correcta a las condiciones climáticas del entorno pueden llevar a un consumo más adecuado de la energía y los recursos en las viviendas departamentales.

3.2. PREGUNTAS GENERADORAS

A continuación se enlistan las principales interrogantes de las cuales se partió para dar pie a los objetivos generales y particulares del presente trabajo.

3.2.1. PREGUNTA PRINCIPAL

¿Qué estrategias y criterios deben considerarse para diseñar un prototipo de vivienda departamental sustentable adecuado a las condiciones climáticas locales en la zona conurbada de Tampico-Madero para lograr un confort térmico adecuado impulsando un desarrollo urbano ambientalmente responsable en relación a la producción habitacional con una mejor eficiencia energética?

3.2.2. PREGUNTAS SECUNDARIAS

- ¿Qué prototipos de vivienda se han realizado bajo lineamientos sustentables y de aprovechamiento de las condiciones climáticas del entorno de la zona conurbada de Tampico- Madero?
- ¿De qué forma influye un confort térmico inadecuado en la calidad de vida de los usuarios?
- ¿Qué materiales contribuyen a una mejor sensación térmica durante todo el año y cuáles son los menos eficientes?
- ¿Qué estrategias de diseño podrían contribuir a un mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas existentes y un aprovechamiento más eficiente de la energía?

- ¿Qué o cuáles elementos de la vivienda son los que tienen una mayor influencia en ganancia de calor?
- ¿Qué tecnologías funcionan de manera más eficiente de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero y cuál es su relación con el consumo energético de una vivienda?

3.3. OBJETIVOS

Este trabajo de obtención de grado pretende llegar al cumplimiento de los propósitos expresados en los objetivos siguientes.

3.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de vivienda departamental ambientalmente sustentable priorizando la adecuación al entorno con un confort térmico adecuado, adaptado a las condiciones bioclimáticas locales en relación a la energía para impulsar un desarrollo urbano ambientalmente responsable en la zona conurbada de Tampico-Madero.

3.3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar los materiales que reduzcan los costos energéticos, que sean más adecuados al clima y el entorno y que sean económicamente accesibles con base en la información recopilada durante la investigación. (MATERIOTECA)
- Realizar un diagnóstico de las condiciones climáticas en la localidad para el aprovechamiento de las mismas en el diseño arquitectónico.
- Conocer los prototipos de vivienda y edificios departamentales que fueron diseñados bajo los principios de confort térmico y/o sustentabilidad.
- Conocer y seleccionar las estrategias de diseño que son las más adecuadas en relación al medio ambiente y al aprovechamiento de la energía con base en las condiciones climáticas de la zona en cuestión.
- Identificar las causas o patrones de diseño en las viviendas actuales que generan insatisfacción en los usuarios.
- Evaluar de manera cuantitativa la relación entre el confort térmico y una eficiencia energética más adecuada.

3.4. ELECCIÓN METODOLÓGICA

Para la presente investigación se hizo una mezcla de paradigmas, la primera correspondiente a una postura epistémica realista y la segunda postura hermenéutico-interpretativa, en donde la metodología utilizada fue múltiple, haciendo uso tanto de métodos cuantitativos como cualitativos.

Esta selección del paradigma científico realista se hizo con base en la necesidad de medir la realidad, por medio del estudio de las distintas variables que arrojen resultados específicos que la misma investigación fue dando pauta con base en los objetivos tanto generales y específicos a alcanzarse.

El método realista consistió en el análisis de las características actuales de los prototipos de vivienda, elementos de la vivienda, estrategias de diseño bioclimático, energías y tecnologías alternativas y materiales en la zona conurbada a estudiarse, así como un estudio de las necesidades de los mismos, a su vez, se hizo un análisis de dichos elementos en los edificios departamentales más innovadores y con aplicaciones sustentables en la zona metropolitana de Guadalajara debido a la falta de este tipo de edificaciones en la zona conurbada de Tampico-Madero y posteriormente se hizo un análisis cuantitativo de los resultados arrojados por la entrevista, observación directa y el diseño experimental.

También dentro de este marco se englobó el estudio de las condiciones climáticas y ambientales de la ZCTM, incluyendo vientos dominantes y reinantes, asoleamiento, temperaturas promedio, fenómenos meteorológicos recurrentes en la zona, así como la humedad y la afectación directa que tiene dicha humedad sobre la sensación térmica en los espacios interiores, además de la viabilidad del proyecto, el panorama actual del desarrollo sustentable en Tampico-Madero, y la identificación de métodos para la medición de los parámetros de confort y del desempeño de eficiencia energética en edificaciones, envolventes o similares, como herramienta de evaluación y comparación.

Para lograr esto fue necesaria la medición, cuantificación e interpretación de las variables, contextos, situaciones y su relación entre sí, así como los motivos que afectan en

los resultados dicha interrelación con base en la interpretación objetiva de los datos obtenidos. Todo esto sin perder de vista la referencia del enfoque cualitativo del confort térmico, a través del método hermenéutico-interpretativo con base en las necesidades particulares y como consecuencia de las condiciones climáticas propias del lugar que han dado como resultado una adaptación al calor, por lo cual es necesario hacer uso de técnicas cualitativas para conocer los parámetros específicos dentro de los cuáles se encuentra el confort térmico adecuado una muestra representativa de la población de 100 encuestados en la ZCTM, así como la relación existente con la calidad de vida de los usuarios y la habitabilidad en los espacios interiores de sus viviendas, y no caer en generalidades teóricas.

Dentro de este análisis cuantitativo que se realizó, la variable principal y objeto de estudio para lograr una vivienda departamental sustentable fue el confort térmico en relación a la habitabilidad de los espacios interiores, relacionada directamente con la calidad de vida y la insatisfacción en las viviendas, por lo que dicha sensación de bienestar por parte de los usuarios al ser una variable cualitativa se hizo por medio de cuestionarios para detallar los parámetros con base en las necesidades específicas de los usuarios.

Mientras que las variables independientes fueron los elementos externos que provocan la alteración y los cambios en cuánto al confort térmico se refiere por parte de los usuarios, como lo son la humedad del aire, la temperatura, la radiación solar, los materiales utilizados, así como la posibilidad de otras variables que pudieran ser identificadas durante la investigación, midiéndose estos por su carácter cuantitativo.

3.4.1. PROCESO DEL DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación se muestra un diagrama de las seis etapas principales del trabajo en las que se dividió el diseño metodológico, las tres primeras etapas, corresponden al trabajo de campo, donde se busca analizar las características arquitectónicas y estrategias utilizadas, la calidad de vida y el confort térmico y la medición de parámetros, mientras que las siguientes tres etapas abarcan el diseño aplicativo, pasando primeramente por un proceso de análisis y sistematización de los hallazgos obtenidos para proceder a una revisión y

validación del cumplimiento de los objetivos a buscarse para finalizar con una serie de conclusiones y recomendaciones finales.



Ilustración 25. Etapas del Trabajo de Campo del Diseño Metodológico. Elaboración Propia.

La primera etapa se hizo a través de la técnica de observación directa, durante el mes de junio en la zona metropolitana de Guadalajara, visitándose las Torres Aura Lofts, Aura Altitude, Patria y Tre Alberta, para realizar la identificación correspondiente a las características arquitectónicas y estrategias de diseño orientadas al control de la humedad y al aprovechamiento más adecuado de las condiciones climáticas para su aplicación en el prototipo desarrollado en la ZCTM, así como la identificación de la tipología de vivienda desarrollada actualmente en la ZCTM y los beneficios de la utilización de tecnologías y energía alternativas por medio de la aplicación de dos entrevistas a un profesionista con

experiencia en temas de arquitectura bioclimática y un habitante de la zona de estudio, dentro del mismo mes de junio.

La relación de estas características y estrategias con la calidad de vida y el confort térmico se hizo por medio de la aplicación de un cuestionario orientado a la identificación de los elementos que causan insatisfacción en las viviendas con el objeto de representar un análisis estadístico cuantitativo de los mismos por medio de la opinión de la muestra seleccionado de los habitantes en relación con su vivienda y la temperatura en el interior de la misma.

Para en la tercera etapa del trabajo de campo realizar una medición de parámetros al interior de las viviendas relacionados con estos dos últimos conceptos como lo son la humedad relativa y temperatura interior, a través de la ejecución de la técnica de experimento de observación directa, con la colocación y registro de datos durante una semana del mes de julio de 2017, para realizar un comparativo del comportamiento entre estos dos indicadores, de una vivienda departamental con aplicaciones y estrategias sustentables contra una vivienda departamental diseñada de manera convencional con el objetivo de hacer un análisis de cual presenta un comportamiento térmico más adecuado al clima y al entorno y su relación con el confort térmico dentro de las edificaciones.

Una vez cumpliéndose estas tres etapas de recolección de información en el trabajo de campo, se pasó a la sistematización y análisis de la información obtenida con el propósito de hacer una identificación de los elementos claves para la sustentabilidad aplicables en el desarrollo del diseño de la propuesta preliminar del prototipo de vivienda departamental sustentable en la ZCTM en relación a la energía y al confort.

Ya realizado el diseño de la propuesta y con la aplicación de las estrategias tanto activas como pasivas seleccionadas e identificadas en el proceso anterior, se pasó a la revisión de los objetivos de lograr un confort térmico más adecuado y por consecuente una baja en la

demanda de energía relacionada con el uso de ventilación artificial, traducido en una eficiencia energética más adecuada por medio de la simulación del prototipo modelo en los programas Ecotect y Design Builder finalizando con una serie de conclusiones y recomendaciones finales a partir de los hallazgos obtenidos.

3.5. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Para el presente Trabajo de Obtención de Grado se hizo el diseño de diversos instrumentos con la finalidad de la obtención necesaria de datos tanto cuantitativos como cualitativos para su análisis e interpretación.

3.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Esta técnica se utilizó para identificar las características arquitectónicas y estrategias de diseño de las construcciones departamentales con aplicaciones sustentables en la Zona Metropolitana de Guadalajara, debido a la falta de este tipo de edificaciones en la zona conurbada destinada al proyecto en cuestión, subdividiéndose en los materiales constructivos y los elementos arquitectónicos predominantes tanto en diseño como constructivos, y el diseño arquitectónico de las construcciones en la vivienda, compuesto de las estrategias de diseño bioclimático utilizadas y el sembrado del edificio y entorno.

Esté método es de suma importancia para hacer un diagnóstico e identificación de medidas orientadas al control de humedad y al aprovechamiento más adecuado de las condiciones climáticas en la vivienda departamental y lograr un registro cuantitativo de cada uno de los elementos antes descritos para su análisis posterior.

El abordaje metodológico se realizó en una sola fase en cada uno de los edificios seleccionados registrando las características en el formato elaborado según el inmueble. (Nota: para ver el diseño completo del formato de Observación directa ir a la sección 6 Anexos, pp.152-158).

3.5.2. DISEÑO DE ENTREVISTA

La entrevista semiestructurada tiene el objetivo de conocer la tipología de vivienda en Tampico-Madero, así como su relación con el entorno y los posibles beneficios de la utilización de tecnologías y energías alternativas, de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona, con el propósito de expandir el conocimiento desde fuentes directas involucradas con el tema a tratar.

Para esto se diseñaron dos tipos de perfil a entrevistarse: el primero de un profesional con experiencia en temas de arquitectura bioclimática, el Mtro. en Arq. Josué Cárdenas, indagando en su conocimiento y experiencia y el segundo perfil correspondiente a un posible comprador, de la propuesta a desarrollarse, el Odontólogo José Cárdenas, para conocer su punto de vista y su postura con respecto a la viabilidad del proyecto, así como el interés hacia el mismo.

En ambos casos se obtuvo información, datos y puntos de vista cualitativos sobre la experiencia del experto en el tema y del habitante de Tampico-Madero. (Nota: para ver el diseño completo del formato de Entrevista ir a la sección 6 Anexos, pp.159-172).

3.5.3. CUESTIONARIO

La técnica del cuestionario tiene como finalidad obtener y conocer la opinión de los habitantes de la zona conurbada de Tampico-Madero en relación con su vivienda y la temperatura en el interior de la misma, así como la relación que está tiene con respecto su desempeño y la calidad de vida de los mismos, abarcando la dimensión psicosocial: insatisfacción en las viviendas, calidad de vida y confort térmico y los patrones de diseño que generan insatisfacción.

Se diseñó un muestreo no probabilístico por conveniencia e intercepción limitado a la selección de al menos 100 personas, de sexo indistinto con una distribución ideal de la misma cantidad de hombres y mujeres residentes de la zona conurbada de Tampico-Madero en vivienda departamental propia o rentada en la zona.

Los datos obtenidos a través de este método obtuvieron resultados cualitativos y cuantitativos de suma importancia y relevancia para la investigación, puesto que serán la base que ayudara a identificar cuáles son los factores relacionados con el diseño de las viviendas en la actualidad que impactan de manera directa el confort térmico de los espacios interiores y la habitabilidad de los mismos, comprometiendo o no la calidad de vida de los usuarios, y que lleven en consecuencia a la identificación y generación de posibles mejoras arquitectónicas por medio de propuestas de diseño. (Nota: para ver el diseño completo del ir a la sección 6 Anexos, pp.173-177).

3.5.4. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA

El experimento de observación directa tiene como objetivo hacer un comparativo del comportamiento entre la humedad relativa y la temperatura interior de una vivienda departamental con aplicaciones y estrategias sustentables contra una vivienda departamental diseñada de manera convencional, con el objetivo de hacer un análisis de cual presenta un mejor comportamiento térmico adecuado al clima y al entorno y su relación con el confort térmico dentro de las edificaciones.

El proceso se realizó por medio de un dispositivo datalogger colocado en el interior de las viviendas departamentales seleccionadas, previamente configurado para medir la temperatura y la humedad relativa en los espacios cada media hora durante 24 horas consecutivas. La vivienda departamental con aplicaciones sustentables se midió en el municipio de Guadalajara, Jalisco específicamente en la Torre Tre Alberta y en una vivienda departamental convencional en Cd. Madero, Tamaulipas.

Estos datos cuantitativos, fueron analizados e interpretados de manera gráfica para comparar el comportamiento de las dos variables antes mencionadas por medio del programa “RTH10” así como un registro en detalle en Excel de todos los datos obtenidos. (Nota: para ver el diseño completo del formato de Experimento observación directa ir a la sección 6 Anexos, pp.178-179).

3.6. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE



POSGRADOS EN SUSTENTABILIDAD

TÍTULO DEL PROYECTO: **Prototipo de vivienda departamental sustentable en la zona conurbada de Tampico y Madero**
 IDI2: INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

SITUACIÓN PROBLEMA	SUPUESTO INICIAL DE TRABAJO	PREGUNTAS	OBJETIVOS	CATEGORÍAS O CONCEPTOS ORDENADORES	OBSERVABLES
<p>Actualmente en la zona conurbada de Tampico-Madero existe una evasión a la contribución de la arquitectura y la construcción a la crisis medio ambiental, y no existen viviendas o conjuntos habitacionales sustentables diseñados a partir de la adecuación al entorno y con un confort térmico adecuado para el usuario.</p>	<p>Actualmente en la zona conurbada de Tampico-Madero no existen viviendas o conjuntos habitacionales sustentables, el desarrollo de un prototipo departamental con aplicaciones sustentables adecuado a las condiciones bioclimáticas locales podría provocar un menor consumo energético en las viviendas y un confort térmico más adecuado impulsando un desarrollo urbano ambientalmente responsable.</p>	Principal	General	1. Condiciones climatológicas y ambientales	1.1 Condiciones climatológicas zona conurbada de Tampico-Madero
		¿Cómo diseñar un prototipo de vivienda departamental ambientalmente sustentable adecuado a las condiciones climáticas locales para lograr un confort térmico adecuado impulsando un desarrollo urbano ambientalmente responsable con una mejor eficiencia energética en la zona conurbada de Tampico-Madero?	Diseñar un prototipo de vivienda departamental ambientalmente sustentable adecuado a las condiciones bioclimáticas locales en relación a la energía y priorizando la adecuación al entorno con un confort térmico adecuado para impulsar un desarrollo urbano ambientalmente responsable en la zona conurbada de Tampico-Madero.		1.2 Vientos dominantes y reinantes.
		¿Qué tipología de vivienda es la más adecuada para el aprovechamiento de las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero?	Efectuar una investigación de las condiciones climáticas, asoleamiento y vientos de la localidad para el aprovechamiento de los mismos en el diseño arquitectónico.		1.3 Humedad y precipitación
		¿Cómo se puede hacer un aprovechamiento del viento para la ventilación en el interior de la vivienda?	Identificar los vientos dominantes y reinantes en la localidad para hacer una evaluación del posible aprovechamiento de los mismos.		1.4 Condicionantes desfavorables del clima
		¿Cómo y en que medida la humedad en el interior de las viviendas afecta la sensación de confort térmico en los usuarios?	Identificar cual es la influencia de la humedad en el ambiente en la sensación térmica y la sensación de confort en los interiores de la vivienda.		
		¿Por qué la tipología de vivienda en Tampico-Madero no se adecua a las necesidades del entorno?	Identificar cuáles han sido las condicionantes climatológicas o de la región que han contribuido al desarrollo de tipologías de vivienda no adecuadas al entorno.	3. Dimensión psicosocial	3.1 Insatisfacción en las viviendas.
		¿Por qué el nivel de satisfacción de los usuarios en base a su vivienda es muy bajo en la zona conurbada de Tampico-Madero?	Identificar las causas o patrones de diseño en las viviendas actuales que generan insatisfacción en los usuarios.		3.2 Calidad de vida
		¿Qué necesidades deben ser cubiertas para asegurar la satisfacción de los usuarios?	Hacer una investigación para identificar las necesidades de los usuarios con respecto al entorno y sus expectativas en la vivienda que contribuyen a la calidad de vida de los mismos.		3.3 Confort térmico
		¿De qué forma influye un confort térmico inadecuado en la calidad de vida de los usuarios?	Investigar la relación entre la calidad de vida y el confort térmico.	4. Normatividad	4.1 Viabilidad.
		¿Qué interés existe por parte de la población hacia el desarrollo de una vivienda departamental con principios sustentables aplicados?	Identificar la viabilidad del proyecto en base al interés social por parte de la población y los desarrolladores.		4.2 Financiamiento
		¿Existe algún tipo de financiamiento o plan económico que favorezca este tipo de desarrollos?	Identificar programas o financiamientos encaminados hacia el desarrollo de alternativas de construcción sustentables.	2. Opciones constructivas y tecnológicas	2.1 Prototipos de vivienda actuales
		¿Por qué no se utilizan estrategias de diseño encaminadas a la adecuación de la vivienda con el entorno y orientadas a la mejora del confort térmico de los usuarios?	Realizar una investigación de los prototipos de vivienda y edificios departamentales que se efectúan en la región en la actualidad.		2.2 Materioteca
		¿Qué material contribuye a una mejor sensación térmica durante todo el año y cuáles son los menos eficientes?	Identificar los materiales que reduzcan los costos energéticos, que sean más adecuados al clima y el entorno y que sean económicamente accesibles con base en la información recopilada durante la investigación. (MATERIOTECA)		2.3 Estrategias de control de humedad
		¿Qué estrategias de diseño pueden implementarse para un manejo adecuado de la humedad en el ambiente interior?	Investigar que estrategias de diseño ayudana tener un control más adecuado de la humedad en los ambientes interiores.		2.3 Elementos de la vivienda
		¿Qué o cuáles elementos de la vivienda son los que tienen una mayor influencia en ganancia de calor?	Identificar los elementos de la vivienda que contribuyan de manera más significativa a la ganancia de calor y cuáles son los que necesitan intervenir de manera más crítica.		2.3 Estrategias de diseño bioclimático
		¿Qué estrategias de diseño podrían contribuir a un mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas existentes y un aprovechamiento más eficiente de la energía?	Investigar que estrategias de diseño son las más adecuadas en relación al medio ambiente y al aprovechamiento de la energía en base a las condiciones climáticas de la zona en cuestión.		2.3 Tecnologías y energías alternativas
		¿Qué tecnologías funcionan de manera más eficiente de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero y cuál es su relación con el consumo energético de una vivienda?	Investigar los beneficios de la utilización de los techos verdes y energías alternativas en el proyecto en cuestión.		

Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de Variables. Elaboración Propia.

3.7. RUTA CRÍTICA





Ilustración 26. Diagrama de Etapas del Proyecto. Elaboración Propia.

A continuación se presenta la recolección y sistematización de información correspondiente a cada una de las técnicas diseñadas así como los hallazgos y análisis preliminares correspondientes a las tres primeras etapas del diseño metodológico, correspondiente a la identificación de las características arquitectónicas y estrategias, la relación con la calidad de vida y el confort térmico y la medición de parámetros al interior relacionados con estos dos últimos conceptos como lo son la humedad relativa y temperatura interior.

3.8. INVENTARIO DE INFORMACIÓN RECADADA Y SISTEMATIZACIÓN

En este apartado se recogen los hallazgos obtenidos en la primera etapa correspondiente del proceso metodológico de las técnicas de observación directa, cuestionario, entrevistas y diseño de experimentos, así como la síntesis e interpretación de los mismos.

3.8.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Para hacer una identificación de las características arquitectónicas y estrategias de diseño orientadas que pudieran aprovecharse para el control de la humedad y un aprovechamiento de las condiciones del entorno se procedió a una investigación de los edificios de vivienda departamental que tuvieran características o aplicaciones sustentables, que contarán con alguna certificación LEED o fuesen considerados como edificios inteligentes, seleccionándose tres casos en Zapopán y uno en Guadalajara:

- Torre Aura Lofts, Zapopan.
- Torre Aura Altitude, Zapopan
- Torre Patria 163, Zapopan
- Torre Tre Alberta, Guadalajara

Obteniéndose como hallazgos preliminares una lista de características, estrategias y sistemas utilizados en los cuatro casos de estudios en relación a la energía y la sustentabilidad, tanto durante el proceso de prediseño como el proceso constructivo enlistados en una tabla síntesis mostrada más adelante. (Ir a la página 64).

Torre Aura Lofts, Zapopan (2005-2007)

1 La Torre Aura Lofts, es un edificio de vivienda departamental ubicado en Avenida Royal Country #4560 en Puerta de Hierro en Zapopan, Jalisco, su construcción comenzó en 2005 y finalizó en 2007. Es considerado un edificio inteligente por estar equipada por el Building Management System (BMS), un sistema inteligente encargado del control de las instalaciones y equipos de forma eficiente, entre estos sistemas que se controlan están los hidro-sanitarios, elevadores, protección de incendios e iluminación.

Fotografías del sitio:



Fotografía 1. Vista Posterior Torre Aura Lofts.
Fuente Propia.



Fotografía 2. Vista Principal Torre Aura Lofts.
Fuente Propia.

2 Torre Aura Altitude, Zapopan (2005-2007)

La Torre Aura Altitude es un edificio de vivienda departamental ubicado en Avenida Royal Country #4560 en Puerta de Hierro en Zapopan, Jalisco, su construcción comenzó en 2005 y finalizó en 2007. Es considerado un edificio inteligente por estar equipada por el Building Management System (BMS), un sistema inteligente encargado del control de las instalaciones y equipos de forma eficiente, entre estos sistemas que se controlan están los hidro-sanitarios, elevadores, protección de incendios e iluminación.

Cuenta con los siguientes sistemas:

- Sistema de Generación y distribución de agua helada ahorrador de energía.
- Sistema de Volumen Variable de Aire (Unidades manejadoras de aire y preparaciones de ductos de alta velocidad en cada nivel de oficinas).
- Sistema de Extracción Sanitarios Generales en cada nivel de oficinas.
- Sistema de ventilación Mecánica de aire automático en estacionamientos.
- Sistema de Extracción Mecánica Cuarto de basura.
- Sistema de Acondicionamiento de Aire automático tipo Mini-Split para cuarto de control, administración, venta y sala de juntas.
- Sistema de luz es controlado por un sistema llamado B3

Fotografías del sitio:



Fotografía 3. Vista Principal Torre Aura
Altitude. Fuente Propia.

3



Fotografía 4. Vista Posterior Torre Aura
Altitude. Fuente Propia.

4

En el caso de las dos Torres Auras, se tuvo que ir directamente al sitio para solicitar el permiso a los administradores para el acceso a las viviendas, los días del 6 al 8 de junio entre 11:00 y 12:00 de la mañana, sin embargo, únicamente se permitió el acceso exterior realizando las siguientes actividades:

- Toma de fotografías
- Observación del diseño del edificio en cuanto a implantación y orientación.
- Anotaciones y apuntes de información con base en el formato elaborado

3 Patria 163, Zapopán

Patria 163 es un edificio de vivienda departamental, ubicado en Av. Patria #163 entre Vivaldi y Bach, Col. Prados de Guadalupe, Zapopan, se fue al edificio el día acordado para la visita, el 10 de junio entre 11:00 y 12:00 de la mañana, y se platicó con la Arq. Brenda que se desempeña como residente de la obra, se permitió el acceso a los interiores y exteriores.

Cuenta con los siguientes sistemas:

- Sistema fotovoltaico para la iluminación de áreas comunes
- Sistema de captación de aguas pluviales y tratamiento para usos secundarios
- Preparaciones para sistema fotovoltaico en cada departamento
- Preparaciones para instalación de paneles de energía solar
- Doble vidrio en ventanas (efectos térmicos y acústicos)

Durante la visita se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de fotografías, tanto en exteriores como interiores
- Croquis del modelo de planta visitado
- Observación del diseño del edificio en cuanto a implantación y orientación.
- Anotaciones y apuntes de información con base en el formato elaborado.
- Se acordó realizar la medición de humedad relativa y temperatura en una segunda visita.

Fotografías del sitio:



Fotografía 5. Vista Principal Patria 163. Fuente Propia.



Fotografía 6. Calentador Patria 163. Fuente Propia.



Ilustración 27. Croquis Departamento Visitado. Bach 102 m². Patria 163. <<http://patria163.com/departamentos/>>

3 Tre Alberta, Guadalajara (2013-2016)

Tre Alberta es un edificio de vivienda departamental, ubicado en Alberta #2082 esq. Con Barranquilla, Col. Colomos Providencia, Guadalajara, Jalisco. Se fue al edificio el día acordado para la visita, el 25 de junio entre 10:30 y 1:30 de la tarde, y se platicó con el Ing. David Zamora que se desempeña como residente de la obra, se permitió el acceso a los interiores y exteriores y se dio un recorrido por la torre y las planta tipo que manejan, así como una descripción detallada del sistema constructivo, materiales utilizados, precios y estrategias y aplicaciones relacionadas a la sustentabilidad del edificio para la certificación LEED que quiere obtenerse. Cabe señalar que por su ubicación en fachada poniente, se hizo un estudio minucioso de 2 años para que la selección de los materiales cumpliera con los requerimientos para dicha certificación y procuraran una menor ganancia de calor.

Cuenta con los siguientes sistemas:

- Sistema fotovoltaico para iluminación
- Sistema de captación de aguas pluviales para utilización en riego
- Doble vidrio en ventanas (efectos térmicos y acústicos)
- Ventanas inteligentes Intrасol
- Block Hebel en muro interiores
- Muros exteriores de paneles de poliuretano Novidesa
- Sistema de inyección de aire exterior hacia interiores.
- Sistema de Timmers para control de la iluminación
- Focos LEEDS y accesorios ahorradores de consumo
- Calentador eléctrico que calienta 12 litros por minuto.
- Pinturas verdes bajas en plomo

Durante la visita se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de fotografías, tanto en exteriores como interiores
- Recorrido por toda la torre
- Croquis de los modelos de planta visitados
- Observación del diseño del edificio en cuanto a implantación y orientación.
- Anotaciones y apuntes de información con base en el formato elaborado.
- Se acordó con el Ing. realizar la medición de humedad relativa y temperatura en una segunda visita.

Fotografías del sitio:



Fotografía 7. Fachada Principal Tre Alberta.
Fuente Propia.

8



Fotografía 8. Detalle de paneles Tre Alberta.
Fuente Propia.

9

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



10



Ilustración 28. Croquis Departamento 2
<http://www.trealberta.com.mx/files/ficha_depa_2.pdf>

Visitado. 221.1 m². Tre Alberta.



Ilustración 29. Croquis Departamento 8 Visitado. 135.3 m². Tre Alberta.
<http://www.trealberta.com.mx/files/ficha_depa_8.pdf>

Observables

La observación directa se encuadró en dos focos de interés:

1. Las características arquitectónicas, subdividiéndose en:

- Los materiales constructivos
- Los elementos arquitectónicos predominantes

Tanto en diseño como constructivos en ambos casos

2. El diseño arquitectónico de las construcciones en la vivienda, compuesto de:

- Las estrategias de diseño bioclimático utilizadas
- El sembrado del edificio y entorno.

Posteriormente con base en la información y datos recolectados, se procedió al desglose de estas categorías y temas en observables más puntuales para la sistematización de la información la tabla anexada a continuación.

En esta puede observarse de manera general a modo de síntesis las categorías y estrategias que se utilizaron en cada uno de los casos, reflejando los resultados que en ambas Torres Auras y Patria 163 las estrategias utilizadas se encuentran encaminadas hacia la eficiencia de los sistemas, equipos, instalaciones y energía, mientras que en Tre Alberta las estrategias utilizadas para lograr la sustentabilidad en la edificación partieron desde el concepto del proyecto, tomando en cuenta las condiciones del entorno hasta la construcción del mismo.

Como conclusión puede decirse que los resultados observados en la técnica de observación directa en los cuatro casos presentados, arrojan que conforme los edificios son más recientes, el concepto de sustentabilidad está cada vez más desarrollado y se toman más elementos del mismo desde la concepción del proyecto hasta la construcción de los mismos, por lo que se deduce que con el paso del tiempo, la sustentabilidad está cada vez más presente y se encuentra de manera más completa e integral en la arquitectura.

3.8.2. TABLA SINTESIS DE OBSERVABLES CASOS DE OBSERVACIÓN DIRECTA

OBSERVABLES	TORRE AURA LOFTS	TORRE AURA ALTITUDE	PATRIA 163	TRE ALBERTA
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS:				
MATERIALES CONSTRUCTIVOS:				
▪ Materiales alternativos				X
▪ Materiales locales/regionales				X
▪ Materiales reciclados				X
▪ Materiales rápidamente renovables				
▪ Materiales certificados como verdes				
▪ Materiales de bajo impacto ambiental (prefabricados y desmontables)			X	X
ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS PREDOMINANTES:				
▪ Elementos de protección solar				X
▪ Ventanas con protección solar	X	X	X	X
▪ Ventanas para ventilación natural				X
▪ Innovación en diseño para adecuación al entorno (aprovechamiento de recursos naturales)				X
▪ Terrazas/patios/balcones	X	X	X	X
▪ Espacios verdes	X	X	X	X
DISEÑO ARQUITECTÓNICO				
ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO:				
▪ Control de humedad				X
▪ Refrescamiento Pasivo (aislamiento térmico)	X	X	X	X
▪ Análisis del ciclo de vida				
▪ Bajo consumo energético (optimización de la energía)	X	X	X	X
▪ Manejo de residuos				X
▪ Uso de energías alternativas			X	X
▪ Dispositivos u accesorios ahorradores de agua y energía	X	X	X	X
▪ Sistema de captación de agua pluvial			X	X
▪ Manejo de aguas residuales				
▪ Eficiencia de sistemas e instalaciones	X	X		X
▪ Uso de iluminación natural	X	X	X	X
SEMBRADO DEL EDIFICIO Y ENTORNO:				
▪ Relación con el contexto	X	X	X	X
▪ Vegetación	X	X	X	X
▪ Conectividad con la ciudad			X	X
▪ Conectividad al transporte público	X	X	X	X
▪ Cercano a centros de recreación urbanos	X	X	X	X
▪ Accesibilidad a pie y otros medios de transporte	X	X	X	X
▪ Adecuamiento al sitio (orientación Solar y vientos)				X

Tabla 3. Tabla Síntesis de Observables Casos de Observación Directa. Elaboración Propia.

3.8.3. ENTREVISTA

Con el objeto de complementar la primera etapa del proceso metodológico, se procedió a la elaboración de una entrevista para conocer la tipología de vivienda sustentable en Tampico-Madero, su relación con el entorno y los beneficios de utilizar tecnologías y energías alternativas de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero, con el propósito de expandir el conocimiento desde fuentes directas involucradas con el tema a tratar.

Para esto se seleccionó a un profesionista con experiencia en temas de arquitectura bioclimática y el segundo un posible comprador de la propuesta a desarrollarse, para conocer su punto de vista y postura con respecto al a viabilidad del proyecto:

1. Mtro. en Arq. Josué Cárdenas Priego, Fundador y CEO de la empresa ARBICO S.A

Se le explicó la finalidad de la entrevista y se le hizo una lectura previa de los contenidos de la misma, una vez hecho esto se procedió a la realización está conforme a los temas a abordarse.

2. José Cárdenas, Odontólogo.

De igual manera de le explico la finalidad de la entrevista y se procedió a la realización de la misma, abordando los temas establecidos en el formato.

Observables

La observación directa se encuadró en dos focos de interés principales.

- Conocer la tipología de vivienda en Tampico-Madero, así como su relación con el entorno
- Los posibles beneficios de la utilización de tecnologías y energías alternativas.

Obteniéndose los siguientes hallazgos, así como otros temas y factores involucrados con estos mismos mostrados, resumidos en el gráfico anexo en la pág. 65 a continuación.

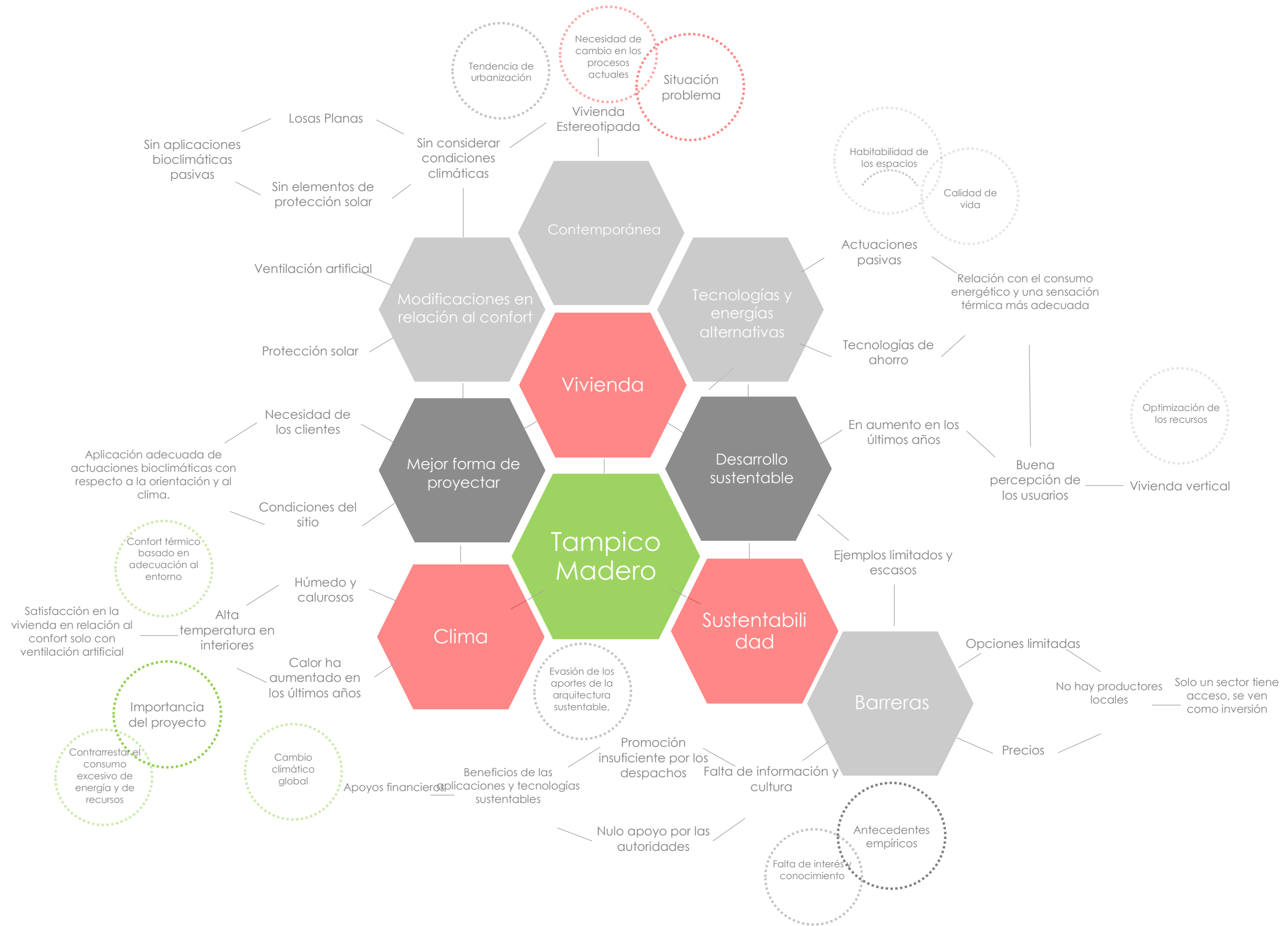


Ilustración 30. Gráfico de Hallazgos Entrevistas. Elaboración Propia.

Puede observarse en los resultados obtenidos en el gráfico que el prototipo de vivienda que predomina en la ZCTM es una vivienda contemporánea, estereotipada que no considera las condiciones climáticas propias del lugar ni del entorno, con losas planas, y sin elementos de protección solar ni aplicaciones bioclimáticas pasivas, producto de la tendencia de urbanización y abogando a la situación problema, provocando que los usuarios se vean en la necesidad de realizar modificaciones en relación al confort en sus hogares para proteger la radiación solar al interior de las viviendas y el uso de ventilación artificial para mejorar la sensación térmica en los espacios.

Evidenciando la situación problema donde la satisfacción en la vivienda en relación al confort solo puede ser lograda con el uso de ventilación artificial, existiendo la necesidad de un cambio en una mejor forma de proyectar considerando las condiciones del clima y el entorno, las condiciones del sitio y las necesidades de los usuarios a través de una aplicación adecuada de actuaciones bioclimáticas con respecto a la orientación y al clima radicando ahí la importancia del proyecto para contrarrestar el consumo excesivo de energía y recursos.

Por otro lado, el panorama del desarrollo sustentable en la ZCTM se restringe a ejemplos limitados y escasos, donde las aplicaciones de tecnologías y energías alternativas utilizadas en la actualidad restringen a actuaciones pasivas y en mayor medida a tecnologías de ahorro encaminadas a un menor demanda de energía en el consumo energético y a la mejora del confort por medio de una sensación térmica más adecuada, sin embargo a pesar de lo anterior, la sustentabilidad en la arquitectura ha ido en aumento los últimos años y se tiene una buena percepción por parte de los usuarios y habitantes.

Resultando las principales barreras y limitantes de este crecimiento del desarrollo sustentable no solo las limitadas opciones sino los precios, donde al no haber productores locales solo un sector tiene acceso a este tipo de alternativas, resultado de una falta de información y cultura por una promoción insuficiente de los despachos y el gobierno de los beneficios de las aplicaciones y tecnologías sustentables en la arquitectura y sus aportes en la vivienda.

3.8.4. CUESTIONARIO

Para la segunda etapa de recolección de información en campo del proceso metodológico, se fue a al menos seis conjuntos de vivienda departamental de nivel medio en adelante, para el levantamiento de la información, la selección de estos se hizo con base a la necesidad de identificar los patrones de diseño relacionados con la satisfacción y el confort y la percepción de los usuarios de estos, no existiendo diferencias significativas en las tipologías de vivienda y las tecnologías usadas entre ambos sectores en la zona conurbada de Tampico-Madero.

Obteniéndose como hallazgos preliminares un análisis estadístico por una serie de graficas de la opinión de los usuarios pertenecientes a la muestra seleccionada de los habitantes en relación con su vivienda y la temperatura en el interior de la misma.

Observables

Los focos de interés que se abordaron fueron tres grandes grupos cada uno incluyendo más elementos:

1. La insatisfacción en las viviendas:
 - Diseño arquitectónico
 - Adaptación al clima
 - Costos
2. La calidad de vida:
 - Habitabilidad
 - Sensación térmica
 - Desempeño
3. Relación con el confort térmico:
 - Tipología
 - Materiales constructivos
 - Ventanas y elementos de protección solar

Se obtuvieron los 100 cuestionarios en una segunda fase de levantamiento de datos, obteniéndose los siguientes hallazgos y patrones de diseño que generan insatisfacción mostrados en los siguientes de la zona conurbada de Tampico- Madero?gráficos. (Ir a pp.72-75).

En las primera cuatro gráficas se presenta el panorama general de la vivienda en la ZCTM, los encuestados fueron en su mayoría mujeres, con un 61% contra el 39% restante de hombres, donde la edad promedio de los informantes fue de 37 años (gráfica 1), de los cuales el 52% llevaban tres años en adelante residiendo en su vivienda y el 85% llevaba como residente de la ZCTM de cinco años en adelante (gráfica 2).

Identificándose como la tipología de vivienda el 95% de una a dos habitaciones y en cuanto a vivienda propia y rentada, no hubo una diferencia considerable, al ser el 51% rentada y el 46% vivienda propia (gráfica 3), donde la principal razón de la selección de residir la vivienda fue la ubicación de la misma con un 68% (gráfica 4). (Ir pág.72).

Los siguientes seis gráficos ahondan en la percepción de los usuarios con respecto a su vivienda en seis dimensiones, estando el 64% satisfecho con la calidad de construcción y diseño contra un 29% de insatisfacción total (gráfica 5), el 67% satisfecho con la cercanía al equipamiento urbano y el trabajo contra un 12% de insatisfacción total (gráfica 6), el 66% satisfecho con las áreas comunes y centros de esparcimiento contra un 29% de insatisfacción total (gráfica 7), el 55% satisfecho con respecto a la temperatura de los espacios contra un 36% de insatisfacción total (gráfica 8), el 55% satisfecho con respecto a la ventilación de los espacios, contra un 29% de insatisfacción total (gráfica 9) y por último un 63% de los encuestados satisfechos con el control de la humedad en los espacios interiores contra un 28% de insatisfacción total (gráfica 10). No esperándose resultados tan positivos en la percepción de los usuarios, pero entendiendo dicho patrón una vez analizados los siguientes datos obtenidos en las gráficas consecutivas. (Ir a pág.73).

Donde el 50% de las edificaciones estaban sombreadas la mayor parte del día según la percepción de los usuarios, pero por otro lado el 49% de los encuestados menciono que sus viviendas no contaban con ningún elemento de protección solar donde el segundo porcentaje más alto fue la presencia de aleros con 46%, arrojando los resultados que la protección solar se limita únicamente a este elemento de protección (página 11), pasando los usuarios la mayor parte del tiempo en las recámaras con un 44%, considerando un 48% de estos los espacios de su vivienda amplios siendo la tipología de ventana más utilizada la de corredera con un 77% y el 75% de las viviendas no cuenta con patios o balcones (gráfica 12).

Aunado a lo anterior, al cuestionar a los usuarios si creían que el diseño de sus viviendas tenía relación con la temperatura dentro de los espacios interiores, el 55% de los

encuestados consideró que no y el 37% consideró que el calor no les afectaba de manera negativa, donde un 39% consideraba que el calor en la vivienda podría mejorarse con un mejor diseño y el 27% con protecciones solares (gráfica 13).

Al preguntarles específicamente como consideraban el diseño de su vivienda con respecto al clima el 61% indico bien diseñado, y al pedirles indicar en una escala del 1 al 5 que tanto la temperatura en sus viviendas los afectaba de manera negativa, se obtuvo un promedio de 3.3. donde en esa misma escala se les pidió que ubicaran qué tanto consideraban que afectaban seis elementos en específico la temperatura de los espacios, el promedio de la dimensión de los espacios fue de 2.8, 3.0 en humedad, 2.8 en materiales, 2.8 en la tipología de las ventanas, 3.2 en asoleamiento y 3.0 en la forma de los departamentos (gráfica 14). (Ir a pág.74).

Observándose en esta serie de resultados contradictorios en algunos casos, la gravedad del problema en la actualidad, donde las personas no perciben la relación directa que tiene la arquitectura y la forma de proyectar con el confort térmico dentro de sus viviendas, donde la mayoría por esta falta de cultura y conocimiento considera que sus viviendas están bien diseñadas y se encuentran satisfechas con las mismas, percepción que cambió al modificar la variable de la ventilación artificial.

Ya que, al incluir la variable del aire acondicionado los resultados y la percepción de los usuarios cambió de manera radical, como se ven en los últimos cuatro gráficos, pues al preguntarles si consideraban confortables los espacios sin el uso de la ventilación artificial el 75% considero que no (gráfica 17), donde el 95% contaba con ventiladores además del 68% de los encuestados contaban con aire acondicionado y dentro de estos el 83% contaba con uno a dos equipos para mejorar la sensación de calor usándolo un 77% más de cinco horas durante el día a partir de las 5:00 PM el 93% de los encuestados, cuando en teoría al no haber radiación solar tan intensa por la hora debería entenderse que los espacios interiores resultaran más confortables que a tempranas horas, sin embargo por el diseño de las

edificaciones, las ganancias solares acumuladas durante el día por la radiación provocan dicho fenómeno de insatisfacción en la temperatura interior, además de hacer uso de estos el 90% en las habitaciones (gráfica 15), además de que un 60% de ellos consideraba un gasto significativo la inversión de la compra de los equipos y un 40% el gasto de mantenimiento de los mismos, donde el 57% de las facturas eléctricas asociadas al uso de la ventilación van de los \$400 a los \$600 pesos (gráfica 18), siendo este gasto la razón principal por lo que le 93% de los encuestados al preguntarles estaban a favor de la aplicación de tecnologías sustentables orientadas con el propósito de disminuir dicho gasto (gráfica 16). (pág.75).

A manera de conclusión, estos datos manifiestan que, siempre y cuando la variable del aire acondicionado este aunada a la vivienda, la percepción de los usuarios de su vivienda es buena, y al tener la idea de una vivienda sin ventilación artificial la percepción de los mismos acerca de su vivienda cambia drásticamente, por lo que la dependencia hacia la ventilación artificial ha llegado a tal punto de cambiar por completo el concepto de vivienda y de la calidad de vida asociada con la misma, estando determinada principalmente por el ahorro en las tarifas de electricidad procedentes del uso excesivo del aire acondicionado, donde la magnitud del problema es tal, que los usuarios y la asociación que hacen de la calidad de vida en sus hogares la relacionan directamente con su economía, por los gastos relacionados al uso de la ventilación artificial.

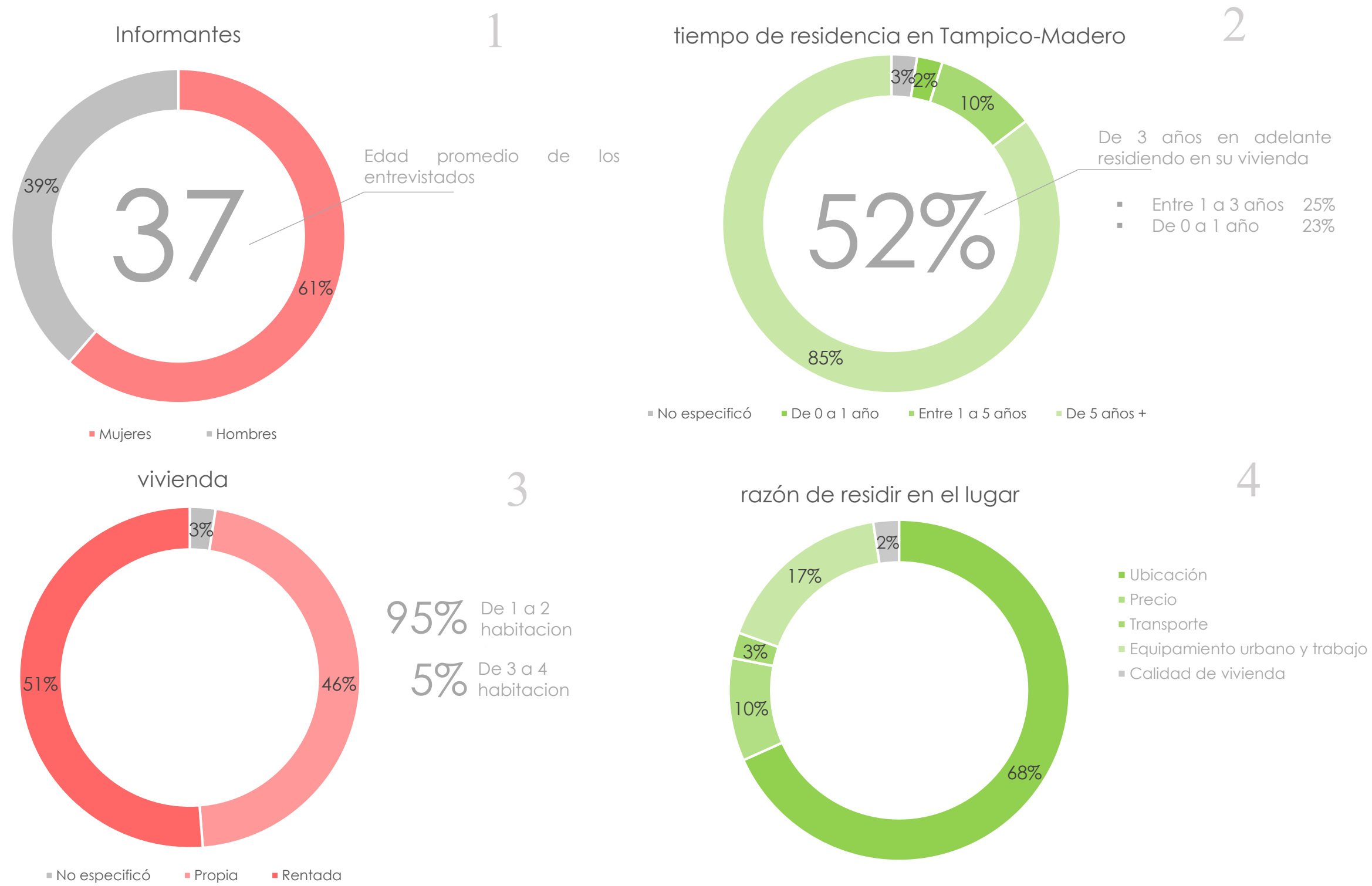


Ilustración 31. Gráficos Panorama General de la Vivienda. Elaboración Propia.

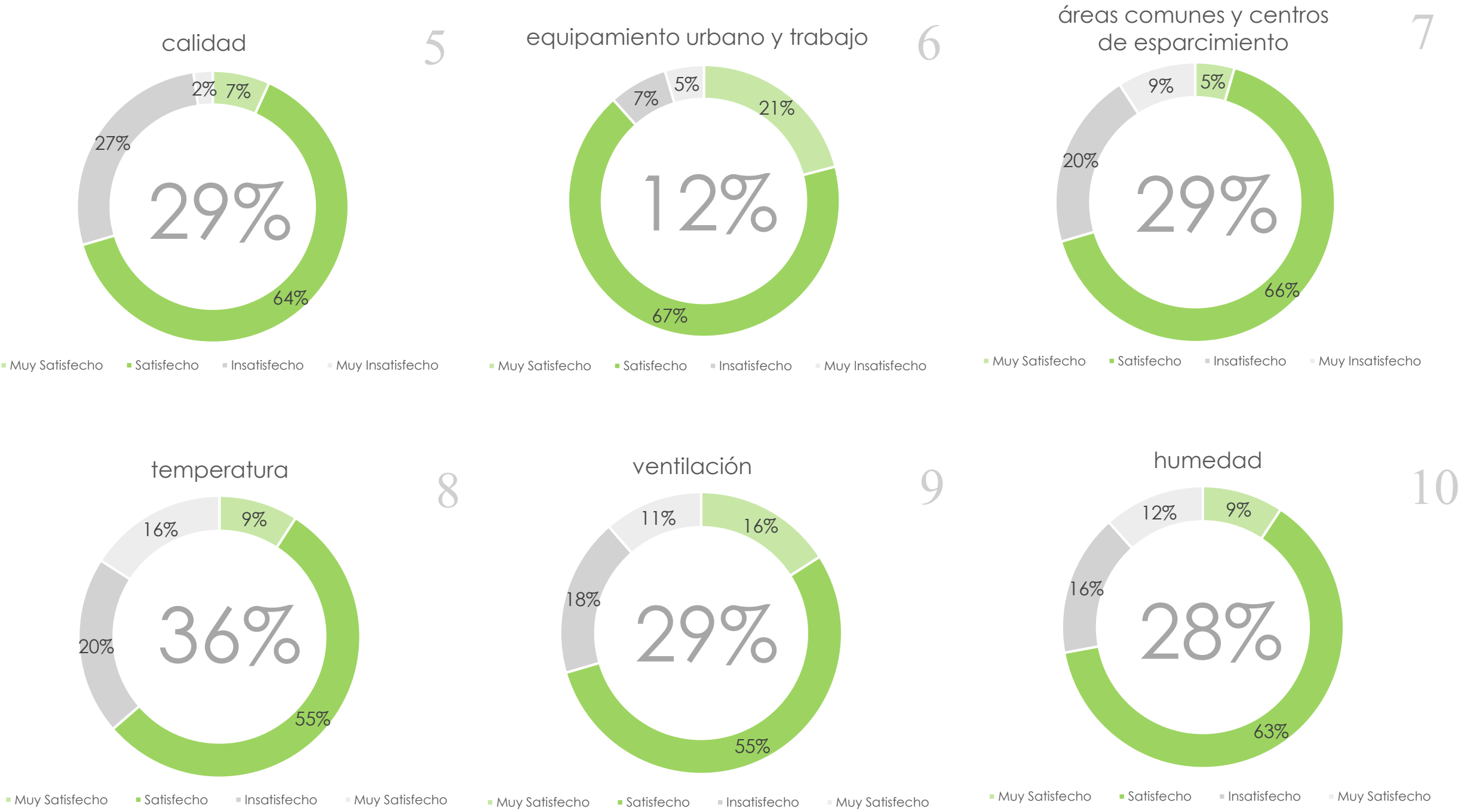


Ilustración 32. Gráficos Percepción del Usuario con su Vivienda. Elaboración Propia.

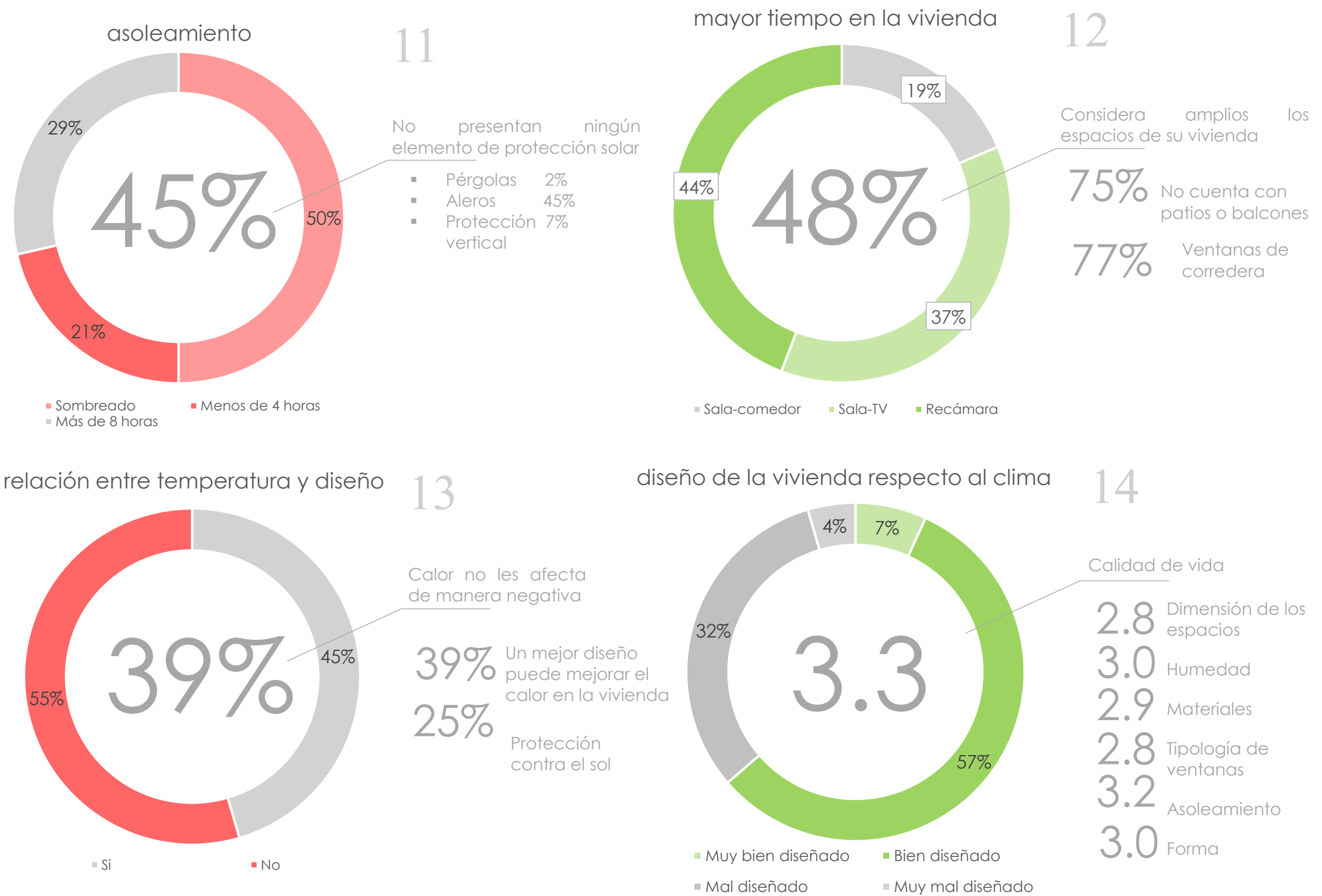


Ilustración 33. Gráficos Relación del diseño de la vivienda con el clima y calidad de vida. Elaboración Propia.

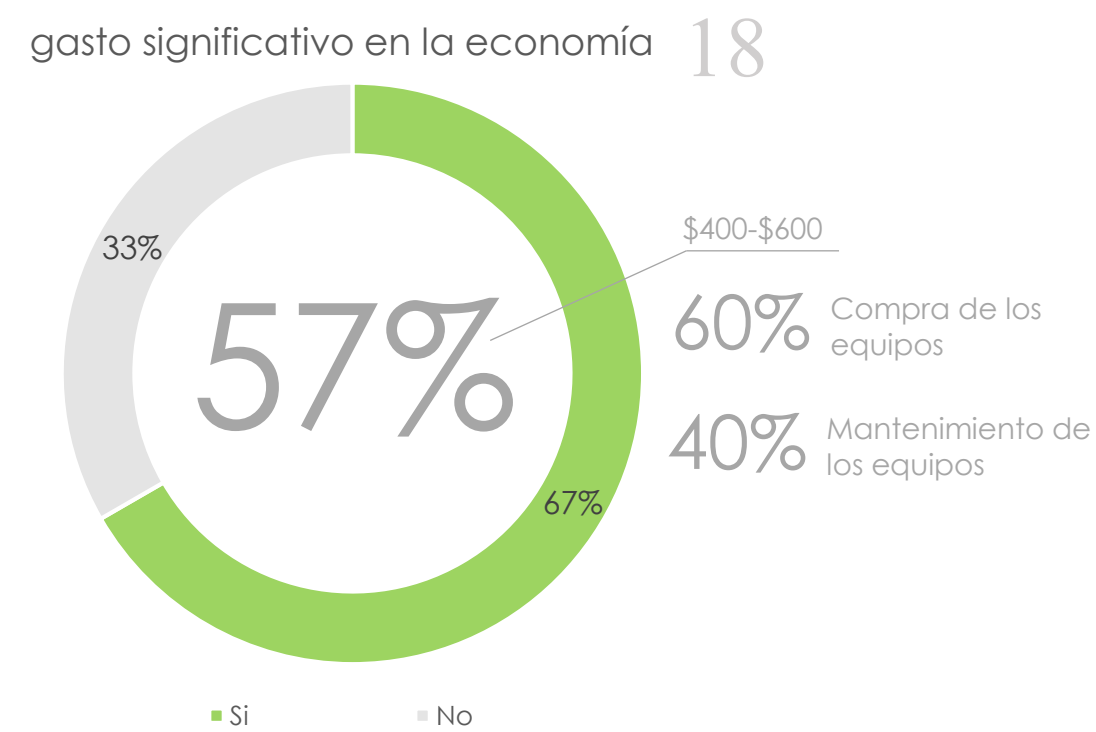
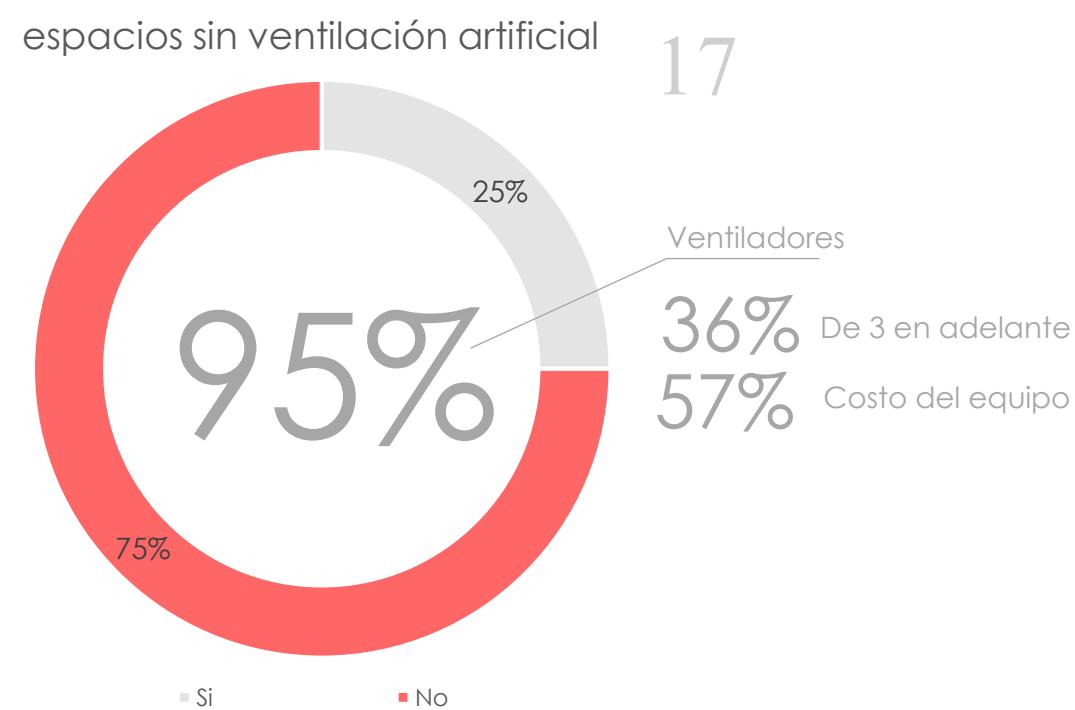
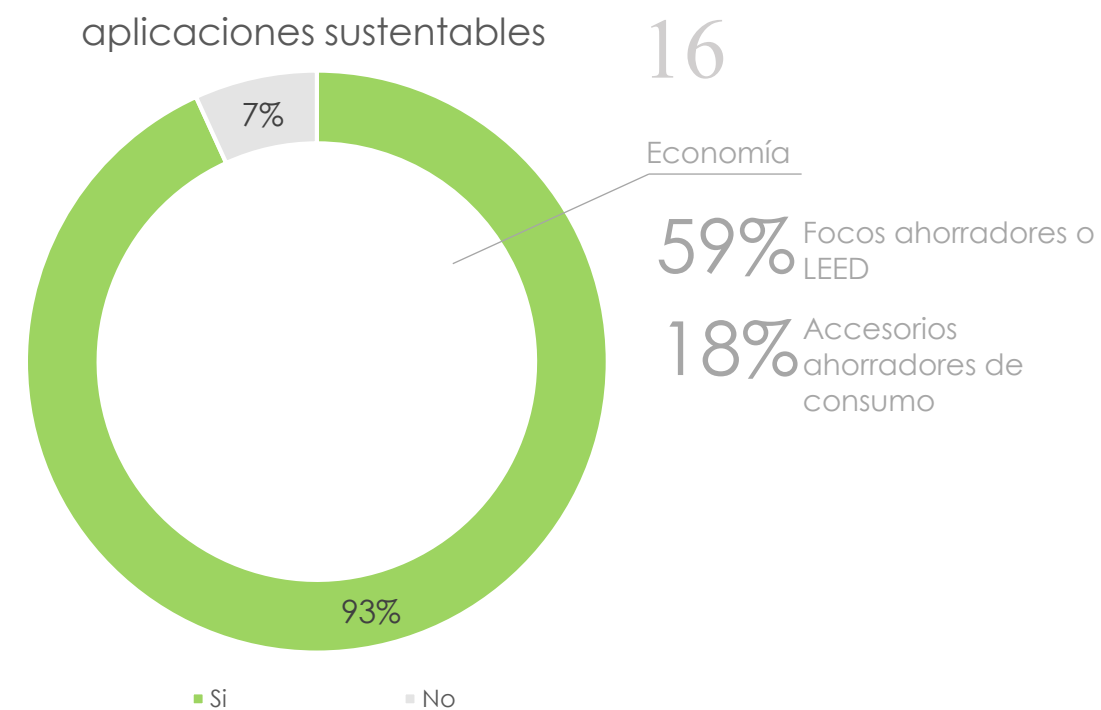
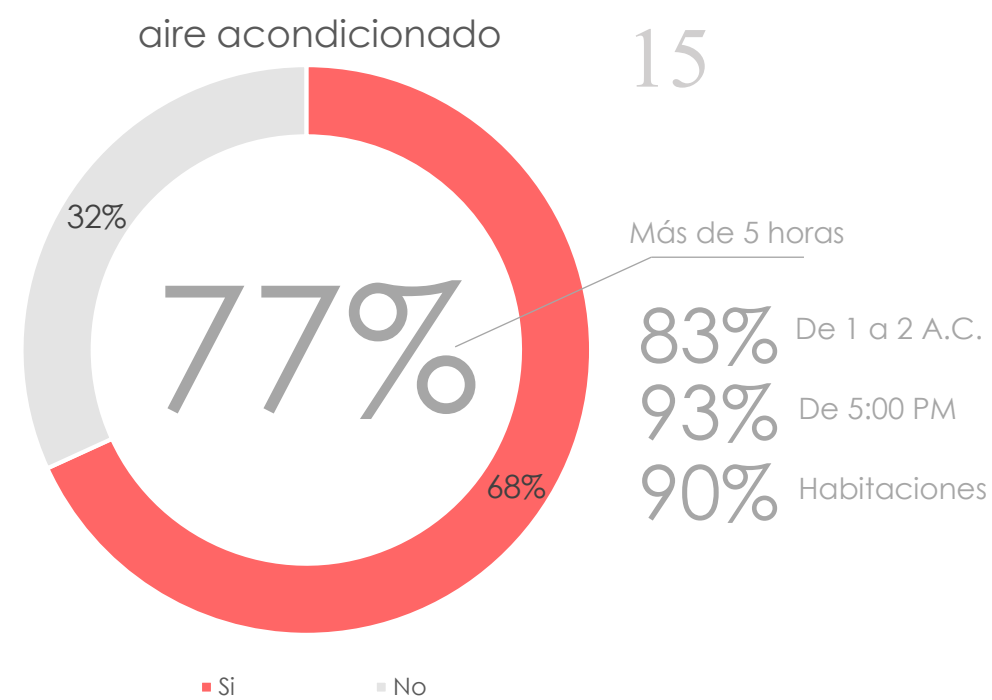


Ilustración 34. Gráficos Ventilación Artificial y Vivienda. Elaboración Propia.

3.8.5. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA

Finalmente en la última etapa de la recolección en campo del proceso metodológico se procedió a la medición de los parámetros de la humedad relativa y la temperatura interior al interior de las viviendas para hacer el comparativo entre los dos casos seleccionados para el análisis correspondiente con respecto a su comportamiento, si bien las condiciones del clima entre las dos ciudades de estudio son diferentes, lo que se pretende es deducir si efectivamente la aplicación de estrategias sustentables influyen de manera directa o guardan relación con un mejor confort térmico en la vivienda.

Se pidió permiso y posteriormente se fue a los dos casos seleccionados para la realización de la medición y se colocaron los dataloggers previamente programados para medir la temperatura y la humedad relativa cada media hora, durante 24 horas, en el período de una semana en las semanas del 29 junio- 06 julio (Vivienda departamental sin aplicaciones o estrategias sustentables, Cd Madero, Tamps.) y en la semana del 14 julio- 21 julio (Vivienda departamental con aplicaciones y estrategias sustentables, Guadalajara, Jalisco. Torre Tre Alberta) para posteriormente hacer un análisis de los resultados obtenidos y un comparativo entre los desempeños de ambos.

Se colocaron ambos dispositivos en la sala común del área de la cocina, en cada una de las viviendas departamentales seleccionadas.

Observables

Las variables dependientes que buscaban identificarse y analizarse en esta técnica fueron dos:

1. La temperatura
2. La humedad relativa

Mientras que las variables independientes fueron las dos edificaciones seleccionadas para la realización de la medición.

Los resultados registrados por los dispositivos se graficaron y se analizaron en las siguientes gráficas, donde se observa que los resultados de humedad y confort en los Departamentos medidos en Cd. Madero con un promedio de temperatura de 31.2°C y alcanzado lecturas de hasta 34.9°C, están fuera de los rangos de confort térmico delimitados dentro de la zona de bienestar entre los 20/21°C y 28°C con una humedad relativa entre el 19 y el 75% de Olgyay como el rango establecido por Givoni entre los 19.5°C con una humedad de hasta el 80% y 27°C con una humedad de hasta un 50% así como de los rangos específicos de la ZCTM de 21°C hasta 27°C y una humedad de hasta 50%. mientras que los resultados obtenidos en la Torre Tre Alberta en Guadalajara la cual si cuenta con aplicaciones sustentables si se encuentra dentro o con lecturas muy cercanas a dichos rangos de confort térmico con unas temperaturas promedio de 22.3°C y máximos de hasta 27.7°C .



Ilustración 35. Gráfica Análisis de Confort Departamentos 13 de Enero. Elaboración Propia.

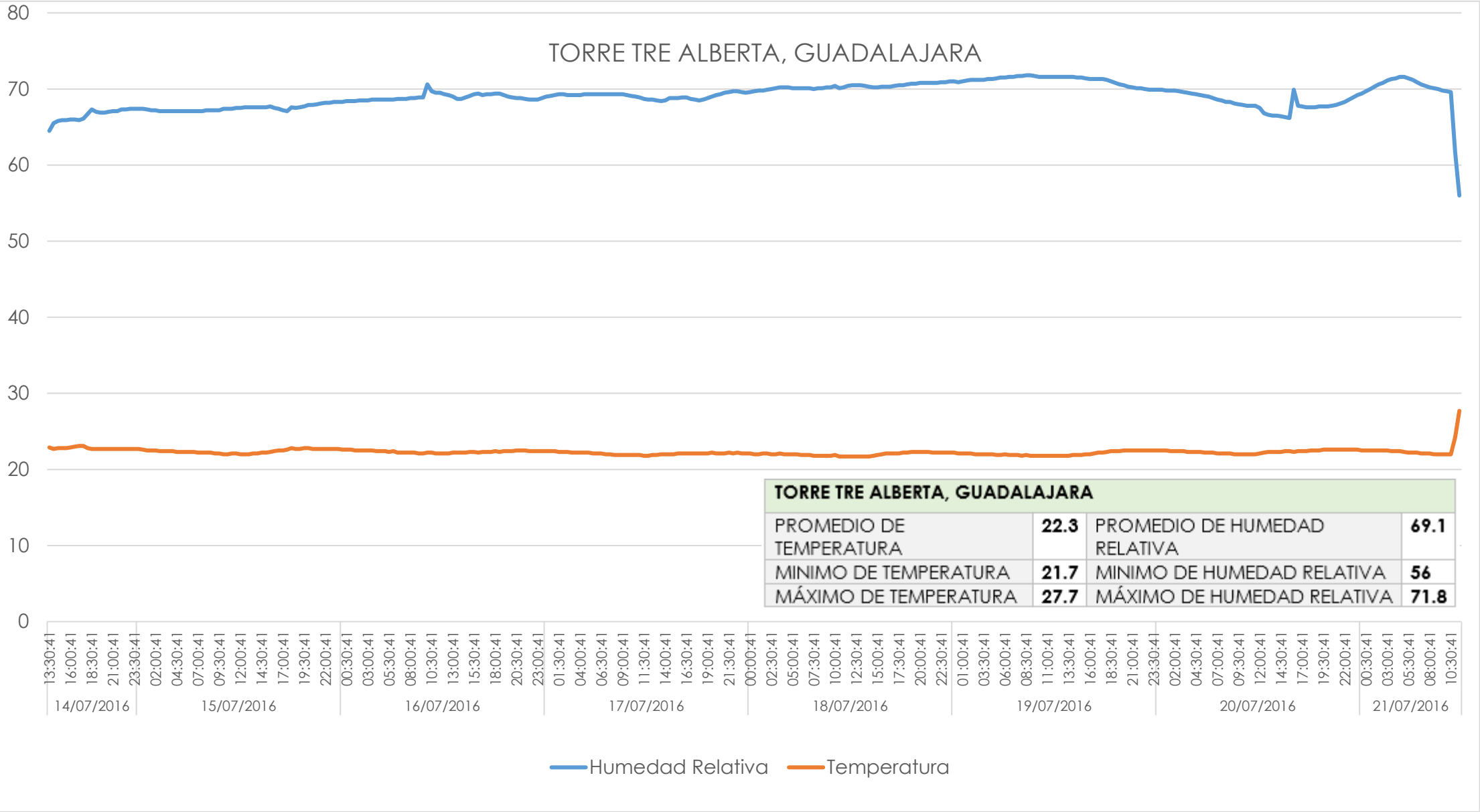


Ilustración 36. Gráfica Análisis de Confort Torre Tre Alberta. Elaboración Propia.

3.9. SINTESIS CON HALLAZGOS PREELIMINARES

Los tres primeros casos que se visitaron en la técnica de observación directa, a pesar de ser catalogados como edificios inteligentes o con aplicaciones sustentables, no cuentan con las características buscadas en cuanto al control de la humedad y la utilización de estrategias para el aprovechamiento de las condicionantes del clima que se buscaban, sino que están más encaminados hacia la eficiencia de los sistemas, instalaciones y equipos y al uso de energías alternativas, como el caso del edificio Patria 163.

Además de esto, cómo puede observarse en la tabla en la página 64 donde se enlistaron las características principales que deben cumplir los edificios para ser catalogados como sustentables, basada principalmente en los lineamientos y categorías necesarias para la certificación LEED al ser un estándar reconocido de manera internacional, se cumplen con pocos de los requerimientos, y en mucho de los casos, el cumplimiento de estos se hace con estrategias muy básicas, como el uso de focos ahorradores, vegetación presente pero escasa en relación con lo construido, la protección solar limitada a persianas o películas protectoras, etc., o no se hace uso de los sistemas encaminados al aprovechamiento de los recursos por falta de planeación a futuro, (la reutilización de agua de lluvia en Patria 163 no se realiza por la escasa vegetación).

Sin embargo, en el caso de la Torre Tre Alberta, el más reciente de estos, se puede observar un avance en cuanto al concepto de sustentabilidad aplicado al diseño arquitectónico y construcción, puesto que, no sólo cuenta con sistemas encaminados hacia la eficientización de los sistemas, sino que desde la concepción del mismo se procuró que el diseño fuese lo más sustentable posible, desde el análisis de su fachada y asoleamiento, los materiales y las ventanas utilizadas para procurar una menor ganancia de calor y la prefabricación de estos mismos para la rápida instalación, hasta aspectos como la reutilización de material de desperdicio para relleno de obra y pinturas amigables con el ambiente, y los materiales que procuran una menor ganancia de calor así como las ventanas doble cristal y sistemas de inyección de aire para la circulación son elementos claves para el mantenimiento de un

confort térmico adecuado en los interiores, sin la necesidad de la utilización de ventilación artificial.

A grandes rasgos, dichos resultados de la observación directa apuntaron a que conforme los edificios son más nuevos, el concepto de sustentabilidad está cada vez más desarrollado y se toman más elementos desde la concepción del proyecto hasta la construcción de los mismos, por lo que, se puede deducir que, con el paso del tiempo, la sustentabilidad está cada vez más presente y de manera más completa en la arquitectura.

Debido que, los tres primeros casos visitados, basan en mayor medida su sustentabilidad en el concepto de “eficiencia en cuanto al consumo de energía [...]”, cómo la define el estudio de arquitectura Norman Foster+Partners, sin embargo para los objetivos buscados de control de humedad y un mejor aprovechamiento de las condiciones locales, el caso de Tre Alberta, se ajusta de una mejor manera y abona más a las necesidades de la investigación que se realiza, puesto que dada las características del diseño y construcción propios de éste pudo observarse, que el concepto de sustentabilidad en que está basado se apega más a “la creación y gestión de edificios saludables basados en principios ecológicos y en el uso eficiente de los recursos” (Asociación para la Información e Investigación sobre las Instalaciones de los Edificios, BSRIA), permitiendo acercarse más al objetivo final que se busca de un diseño de vivienda departamental adecuado a las condiciones climáticas para procurar un confort térmico adecuado en la zona conurbada Tampico-Madero por medio de la identificación de nuevos materiales constructivos con una menor ganancia de calor, un sistema del control de la ventilación y la calidad del aire y en general nuevas tecnologías aplicables orientadas a una eficiencia energética y un mejor aprovechamiento de los recursos, resultado de la implementación de principios sustentables en la edificación, así como conocer las características que debe requerir el proyecto a desarrollarse en cuestión para que cumpla y este dentro de este concepto de sustentabilidad que se busca.

Por otro lado, los hallazgos que se obtuvieron de las entrevistas fueron que en la zona conurbada de Tampico-Madero a pesar de que la cultura y el conocimiento en relación a la sustentabilidad en la arquitectura y construcción comienzan a aumentar, los ejemplos son escasos y limitados, derivado principalmente de la inercia de la construcción que ha provocado que no se tomen en cuenta las condiciones climáticas particulares de la zona para el diseño de la vivienda, concordando con lo mencionado por la CIDOC Y SHF de 2014, dónde se menciona que la tendencia de urbanización ha consistido en un prototipo de vivienda genérico, resultando en que los diseños que se realizan actualmente en dicha zona no se adecuen ni respondan a las situaciones climáticas particulares del clima, siendo un reflejo la tipología de vivienda estereotipada que se identifica, provocando así que la percepción de satisfacción en el interior de las viviendas en relación al confort se logre solo con la ayuda de ventilación artificial.

Esta situación de desconocimiento refleja claramente la situación problema que se plantea, donde existe una necesidad latente de un cambio en los procesos constructivos actuales, basados en una mejor adecuación al entorno y al clima, con el objeto de contrarrestar el consumo excesivo de recursos y energía y procurando un confort térmico adecuado. Para esto, dicho desarrollo sustentable, debe ir encaminado a la promoción y cultura de la aplicación de tecnologías y energías alternativas en relación a dicho consumo energético y una sensación térmica más adecuada en los interiores de las viviendas, que por medio de la difusión y conocimiento de los beneficios de las aplicaciones y tecnologías sustentables se puede vencer la barrera de la falta de conocimiento e interés y la evasión que existe en la actualidad, la cual provoca que las opciones sean escasas y los precios se encarezcan al no haber productores locales, siendo la consecuencia que en la actualidad las tecnologías que pueden observarse solo sean por medio de actuaciones pasivas y el uso de tecnologías más específicas solo pueda ser adquirida por cierto sector de la población.

Cambiando así el paradigma actual donde, tanto los despachos y constructoras de arquitectura como las autoridades no hacen una promoción suficiente y adecuada de los aportes y beneficios de la arquitectura sustentable, siendo una de las barreras principales a vencer para que puedan existir más apoyos y programas financieros en caminados a una

forma de proyectar más sustentable, aprovechándose con esto la disposición positiva y a favor de este tipo de aplicaciones que muestran las personas de la zona hacia este tipo de alternativas, viéndola como una inversión a futuro que promueve la habitabilidad de los espacios para mejorar la calidad de vida de los mismos.

Esta misma barrera de desconocimiento y falta de interés y cultura de los aportes de la arquitectura sustentable, se vio reflejado fuertemente y de manera particular en los resultados arrojados en los cuestionarios en relación al confort térmico en el interior de las viviendas y la satisfacción de los usuarios con respecto a las temperaturas interiores, dado que contrario a lo que se esperaba, los porcentajes relacionados a estos conceptos fueron en su mayoría calificados como positivos, sin embargo al hacer un análisis en profundidad se puede observar que la razón de dichos resultados es la marcada dependencia que tienen los residentes de la zona por el uso de la ventilación artificial en la vivienda como métodos para lograr el confort en sus viviendas.

Al estar la mayoría de las viviendas construidas y diseñadas sin pensar en su desempeño con base en el entorno y al no contar el 45% de las identificadas en las encuestas con elementos de protección, ni con ningún otro tipo de estrategia para reducir la incidencia solar, la desinformación y la falta de cultura por los beneficios de la utilización de este tipo de aplicaciones y alternativas han llevado a una total ignorancia sobre el tema, resultando en que las personas no puedan concebir la satisfacción y el confort sin el uso de la ventilación artificial, al grado que la razón principal por la aplicación de este tipo de alternativas la primera opción que eligieron no fue para mejorar la comodidad o el confort sino la economía, por el uso del aire acondicionado en las facturas eléctricas, puesto que una sensación confortable para ellos solo puede ser mediante el uso del mismo.

Toda esta suma de falta de consideraciones para una correcta adecuación al entorno refleja la importancia del proyecto y la gravedad del problema, donde la calidad de vida en relación al confort ha cambiado al punto que ya no es en relación al calor que puedan percibir en sus viviendas, sino en lo que tienen que recurrir para no sentirlo, ocasionado en gran medida por esta falta de apoyo y de interés tanto de parte de los despachos o profesionistas

del ámbito como de las autoridades, por esta misma inercia de construcción que se menciona en la entrevista.

Dicha situación se ve respalda con los resultados graficados con base en los datos obtenidos en el experimento de observación directa, donde pudo observarse con claridad que los parámetros tanto de humedad relativa como de confort en los Departamentos 13 de Enero en Cd. Madero no cumplen ni están dentro de los rangos de confort térmico delimitados dentro de la zona de bienestar de bienestar diseñadas por Olgyay, los cuales son entre los 20/21°C y 28°C, con una humedad relativa entre 19 y 75%, ni dentro de los parámetros del área de confort establecida entre los 19,5°C hasta el 80% de humedad y 27°C hasta el 50% de humedad, de los parámetros circunscritos de Givoni, así como tampoco de los parámetros de confort específicos de la ZCTM de 21°C y 27°C con una humedad de hasta 50%, arrojados por Climate Consultant. Puesto que la vivienda presenta una temperatura promedio de 31.2°C, y registrando picos de hasta 34.9°C como temperaturas máximas y una mínima de 29.8 °C, y un promedio de humedad relativa de 75.6%.

Por otro parte, los valores y promedios arrojados de la Torre Tre Alberta en Guadalajara presenta una temperatura promedio de 22.3°C, una máxima de 27.7°C y una

Psicrometría-Carta Psicrométrica

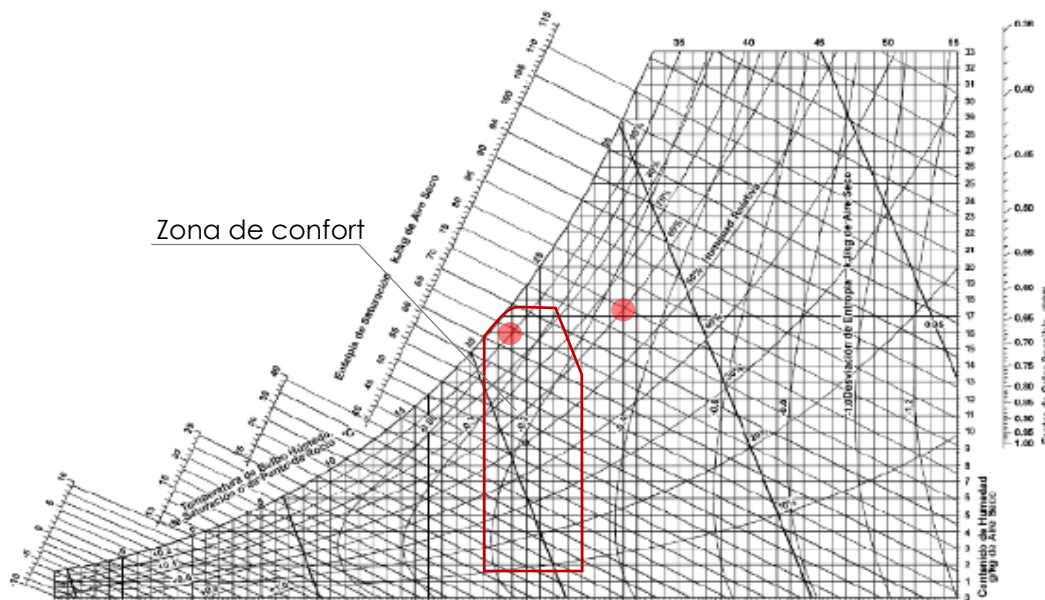


Ilustración 37. Carta Psicrométrica. <https://bmeingenieria.wikispaces.com/Cap_5_Psicrometr%C3%ADa>

minina 21.7°C, estando dentro o muy cercanos a los de los rangos de confort térmico tanto de Olygyay, Givoni y los específicos arrojados de la zona de estudio, al igual que sus parámetros de humedad relativa, además de mantenerse constante ambos valores durante toda la semana que se mantuvo la medición, lo que nos habla que el sistema para mantener la calidad del aire sin el uso de ventilación artificial así como las consideraciones y aplicaciones sustentables son los responsables de mantener dichos valores estables y con una sensación térmica adecuada.

Lo que se puede obtener como conclusión preliminar de este análisis de datos, es que la utilización y el uso de aplicaciones medioambientales y estrategias sustentables tanto activas como pasivas orientadas a disminuir las ganancias solares por radiación, la protección solar y el aprovechamiento de las condiciones del entorno en relación a la ventilación y el asoleamiento de la edificación, así como un control de la humedad en los espacios interiores, en la zona conurbada de Tampico-Madero para aplicarse a viviendas departamentales, podrían tener los mismos beneficios positivos en relación al confort térmico en el interior de las viviendas, mejorando así la calidad de vida en relación con el mismo.

Con base en lo anterior, se puede deducir que las estrategias para aplicarse al proyecto deben ir encaminadas a la protección contra el sol, como se observó en los resultados de la gráfica 11 de la pág. 74 en los resultados de los cuestionarios, el 45% de las edificaciones no presentan ningún elemento de protección solar, por lo que es necesaria la implementación de dichos elementos para reducir las ganancias de calor que se acumulan durante el día y que continúan disipándose durante la noche resultando en el uso necesario del aire acondicionado durante este periodo de tiempo así como priorizar la ventilación natural por medio de sistemas de inyección de aire o por las ventanas para mantener la calidad del mismo en una temperatura confortable.

Aunado a esto, los resultados y hallazgos obtenidos evidencian además que la estrategia del proyecto también debe ir encaminada hacia un cambio de paradigma que lleve a una culturalización sobre los beneficios de la implementación de la sustentabilidad en las viviendas de la zona en cuestión, para que por medio del ejemplo de la aplicación de las

mismas las personas se informen y se pueda tener un cambio de cultura con respecto a la relación actual que se tiene entre la ventilación artificial y el confort térmico.

Siendo el análisis a profundidad de dichos hallazgos, la materia prima en la que se trabajó para la identificación de los elementos claves para la sustentabilidad en la zona conurbada de Tampico-Madero en vista del desarrollo de estrategias para eficientar el confort y la energía para la aplicación y diseño de la propuesta arquitectónica.

4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

Con base en los resultados obtenidos en los diferentes métodos de recolección de información se pudieron llegar a las siguientes conclusiones e identificar los elementos primordiales que tienen una influencia directa en relación al confort térmico en las edificaciones y la energía necesaria utilizada para garantizar dichas condiciones de confort en el interior de las viviendas.

4.1. SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS

El proceso de manera general que debe implementarse para garantizar un desarrollo sustentable en la zona conurbada de Tampico-Madero se divide en dos fases, el proceso de prediseño del edificio y posteriormente la fase de diseño y construcción.

En la primera etapa se engloban los elementos en relación a la adaptación al clima y al entorno, teniendo al medio ambiente y las condiciones climáticas como ejes fundamentales para el diseño del mismo, por medio de una tipología de vivienda adecuada al clima y que responda de una manera más adecuada a los requerimientos del sitio en específico, tomando en cuenta el asolamiento con el objeto de disminuir las ganancias de calor y hacer un aprovechamiento de los vientos de la zona por medio de ventilación natural para el refrescamiento pasivo del vivienda.

Para que en la segunda etapa correspondiente al diseño y construcción estas consideraciones traducidas en estrategias bioclimáticas tanto activas como pasivas, se logró por medio de elementos de protección solar, tipología del edificio, tipología y ubicación de las ventanas, materiales y envolvente un confort térmico más adecuado al interior de las viviendas a través de la ventilación, control y manejo de la humedad y ganancias de calor.

Es decir, considerar el entorno, los materiales, la radiación, el viento y la humedad a partir del clima y las condiciones locales, desglosa los demás elementos, que se traducen en estrategias, formas o consideraciones bioclimáticas tanto activas como pasivas que se relaciona directamente además la mayoría de las veces con una eficiencia energética adecuada puesto que, mientras mejor funcionamiento y desempeño tenga el edificio y mejor este adaptado, menor será la necesidad del uso de ventilación o calefacción artificial, así como de iluminación y consumo de energía y recursos, una edificación sustentable solo se obtiene por medio de una planeación y diseño integral.

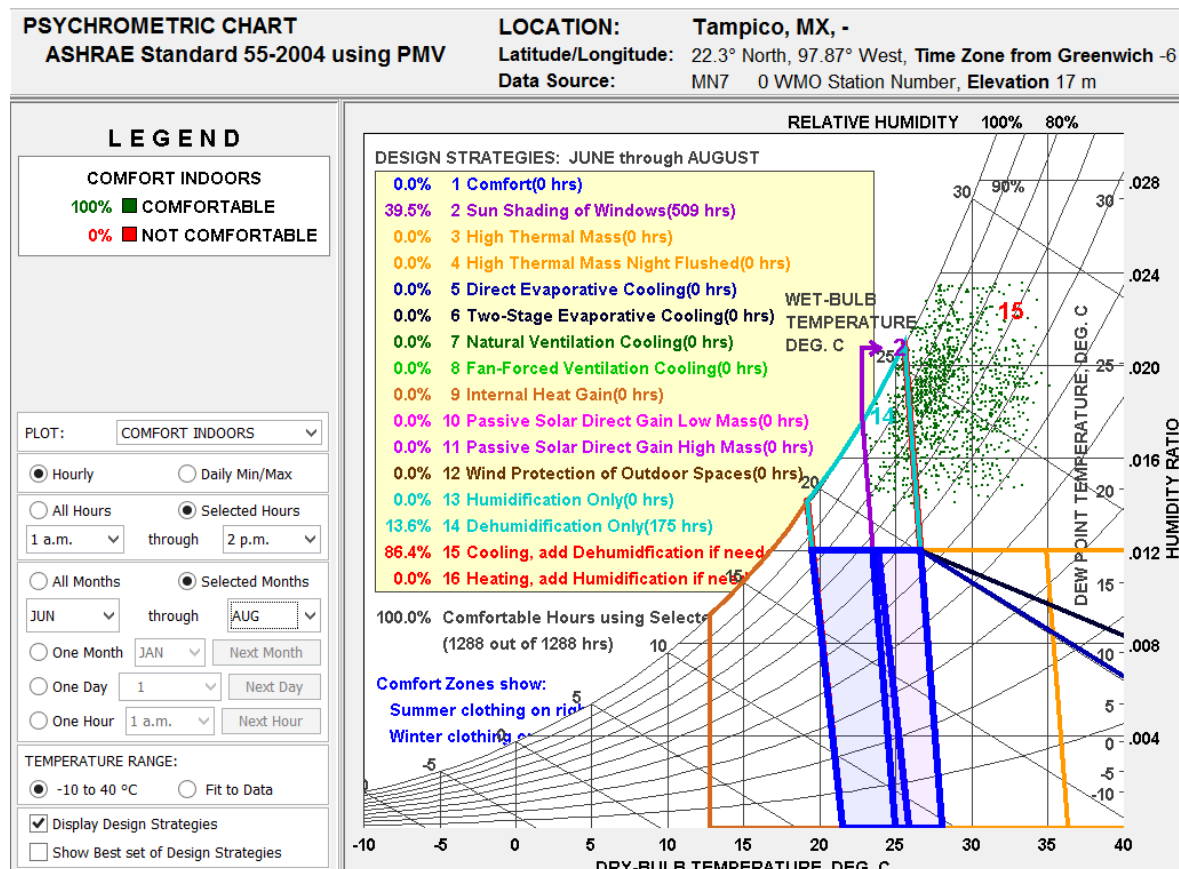


Ilustración 38. Carta Psicrométrica Verano.. Elaboración propia. Climate Consultant 6.0.

Por medio del programa Climate Consultant se hizo un análisis de las condiciones climáticas de la zona de estudio, cargando el archivo epw al programa con los datos climáticos de la ZCTM a través del modelo ASHRAE Standard 55-2004 con el propósito de realizar un análisis con base en el diagrama psicrométrico de la identificación de las estrategias pasivas claves para lograr condiciones de confort en el interior de las edificaciones en el período de verano comprendido entre los meses de junio a agosto y posteriormente un análisis anual de enero a diciembre, arrojando las siguiente gráficas de resultados.

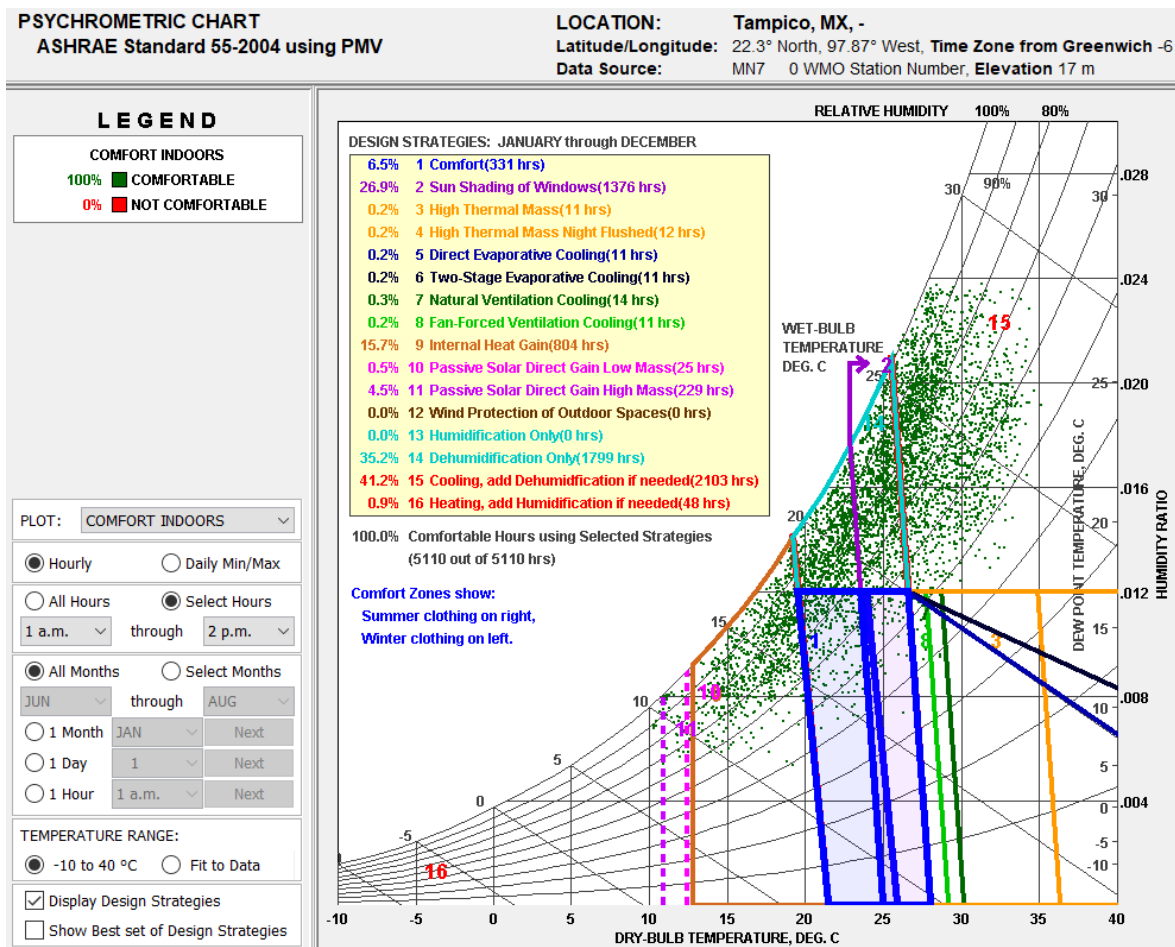


Ilustración 39. Carta Psicrométrica Anual.. Elaboración propia. Climate Consultant 6.0.

Como puede observarse según los resultados de las gráficas, hay dos focos principales dentro de la lista de estrategias pasivas arrojadas a los cuáles es necesario poner énfasis para el diseño y la aplicación de las mismas en el diseño del prototipo de vivienda a desarrollarse, la primera corresponde a la protección y sombreado de las ventanas contra el sol con casi un 40% de necesidad y la refrigeración y deshumidificación con casi un 89% en los meses más calurosos, a partir de estas dos, se arroja una serie de 16 estrategias de diseño recomendadas

para mantener el confort interior en la edificación, a su vez, el programa arroja un listado de directrices de diseño a seguirse a modo de una guía de diseño para la aplicación específica al clima particular del análisis para garantizar dicho confort, dicha guía de diseño sirve como referencia y guía para orientar el diseño y su análisis posterior para la selección de las estrategias puntuales más adecuadas y apropiadas para el diseño del prototipo de vivienda departamental en la ZCTM.

DESIGN GUIDELINES (JUN through AUG only) LOCATION:		Tampico, MX, -
ASHRAE Standard 55-2004 using PMV		Latitude/Longitude: 22.3° North, 97.87° West, Time Zone from Greenwich -6
All Design Strategies, User Modified Criteria		Data Source: MN7 0 WMO Station Number, Elevation 17 m
<p>Assuming all 16 Design Strategies were selected on the Psychrometric Chart, 100.0% of the hours will be Comfortable.</p> <p>This list of Residential Design guidelines applies specifically to this particular climate, starting with the most important first. Click on a Guideline to see a sketch of how this Design Guideline shapes building design (see Help).</p>		
59	In this climate air conditioning will always be needed, but can be greatly reduced if building design minimizes overheating	
37	Window overhangs (designed for this latitude) or operable sunshades (awnings that extend in summer) can reduce or eliminate air conditioning	
65	Traditional passive homes in warm humid climates used high ceilings and tall operable (French) windows protected by deep overhangs and ver...	
68	Traditional passive homes in hot humid climates used light weight construction with openable walls and shaded outdoor porches, raised above ...	
38	Raise the indoor comfort thermostat setpoint to reduce air conditioning energy consumption (especially if occupants wear seasonally appropria...	
32	Minimize or eliminate west facing glazing to reduce summer and fall afternoon heat gain	
30	High performance glazing on all orientations should prove cost effective (Low-E, insulated frames) in hot clear summers or dark overcast winters	
17	Use plant materials (bushes, trees, ivy-covered walls) especially on the west to minimize heat gain (if summer rains support native plant growth)	
57	Orient most of the glass to the north, shaded by vertical fins, in very hot climates, because there are essentially no passive solar needs	
26	A radiant barrier (shiny foil) will help reduce radiated heat gain through the roof in hot climates	
46	High Efficiency air conditioner or heat pump (at least Energy Star) should prove cost effective in this climate	
18	Keep the building small (right-sized) because excessive floor area wastes heating and cooling energy	
43	Use light colored building materials and cool roofs (with high emissivity) to minimize conducted heat gain	
33	Long narrow building floorplan can help maximize cross ventilation in temperate and hot humid climates	
35	Good natural ventilation can reduce or eliminate air conditioning in warm weather, if windows are well shaded and oriented to prevailing breezes	
56	Screened porches and patios can provide passive comfort cooling by ventilation in warm weather and can prevent insect problems	
27	If soil is moist, raise the building high above ground to minimize dampness and maximize natural ventilation underneath the building	
25	In wet climates well ventilated attics with pitched roofs work well to shed rain and can be extended to protect entries, porches, verandas, outdoo...	
42	On hot days ceiling fans or indoor air motion can make it seem cooler by 5 degrees F (2.8C) or more, thus less air conditioning is needed	
60	Earth sheltering, occupied basements, or earth tubes reduce heat loads in very hot dry climates because the earth stays near average annual ...	

Ilustración 40. Listado de Diseño de Estrategias Recomendadas. Elaboración propia. Climate Consultant 6.0.

A partir de esta información, se presenta a continuación de manera general un gráfico con las características, estrategias y elementos con las que debe cumplir el proyecto, donde a grandes rasgos se distinguen dos procesos ya antes mencionados, el primero el proceso de prediseño, que comprende la adaptación al entorno y clima aunado a las estrategias bioclimáticas procedentes de dicha adaptación y el segundo proceso correspondiente al diseño y construcción, donde se analiza las estrategias necesarias para lograr el confort al interior y el ahorro de energía y recursos.

El primer proceso correspondiente al prediseño orientado a la adaptación al entorno y al clima, procurando una vivienda adecuada a las condiciones climáticas locales, considerando el asoleamiento con el propósito de reducir las ganancias de calor por medio de elementos de protección solar, todo eso traducido a estrategias bioclimáticas tanto pasivas como activas dando lugar a la segunda fase del proceso, la de diseño y construcción, en esta etapa en particular los dos aspectos primordiales que la componen son la búsqueda del confort al interior por medio de un control de la humedad y la ventilación buscando disminuir el uso del aire acondicionado y ventiladores por medio de un sistema complementario de ventilación artificial aunado a la ventilación natural, principalmente en el área de las habitaciones durante la noche según la información obtenida en las encuestas y procurar un ahorro de energía y recursos, a través de la reducción de la ventilación artificial, los materiales utilizados en los muros y la tipología de ventanas así como la utilización de tecnologías de ahorro.

Enfocando las estrategias de estos procesos en cuatro ámbitos principales, la ventilación, el asoleamiento, las ganancias de calor y la humedad, por medio de la tipología de la edificación, la tipología de ventanas, el aislamiento y la ventilación.



Ilustración 41. Gráfico Proceso de Diseño. Elaboración Propia.

4.2. SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS

A continuación, se procedió al análisis de los hallazgos y resultados que involucran los cuatro ámbitos a intervenir con el objetivo de obtener las premisas de diseño a aplicarse en el proyecto del prototipo de vivienda departamental sustentable en la zona conurbada de Tampico-Madero.

4.2.1. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS PUNTUALES

Con base en lo hallazgos anteriores, se puede inferir que el diseño del prototipo de vivienda departamental apunta hacia un estándar de Passivhaus, la cual atiende a los principios de buena orientación y racionalidad en sus planteamientos que, aunque en un principio era aplicable a vivienda unifamiliares, en la actualidad admite cualquier tipología de arquitectura a las que se adapte este estándar de pasivo. (PEP Plataforma Edificación Passivhaus, 2014).

Debido a que este tipo de estándar de diseño garantiza un elevado confort interior, un consumo de energía bajo, alto grado de aislamiento, por medio del control de puente térmicos y vidrios de gran calidad, así como un aprovechamiento óptimo del asoleamiento (PEP Plataforma Edificación Passivhaus, 2014), elementos que forman parte de las estrategias a las cuales deben orientarse la solución arquitectónica del proyecto según los resultados obtenidos en campo.

Las claves y principios para un edificio pasivo son los aislamientos, las ventanas, la hermeticidad, la ventilación y los puentes térmicos, de estos cinco elementos se desglosarán la selección a los correspondientes al apartado de la ventilación, las ventanas y los aislamientos para este proyecto.

4.2.2. TIPOLOGIA DE LA EDIFICACIÓN

En un clima cálido húmedo como lo es la zona conurbada de Tampico-madero, debido a las altas temperaturas presentes diurnas y nocturnas durante el periodo crítico de verano resultado de su elevada humedad ambiental, es recomendable, la aplicación de estrategias orientadas a la protección de la radiación solar tanto directa como difusa, así como el

favorecimiento de la circulación del aire por medio de la forma y el emplazamiento de la edificación. (Huellas de arquitectura, 2013).

Forma y envolvente

Las formas dispersas y poco compactas son recomendables pues facilitan las posibilidades de ventilación, ayudando al mismo tiempo al refrescamiento pasivo de la vivienda durante la noche, las fachadas y cubiertas ventiladas o sobrepuestas, así como los retranqueos, es decir, el remeter los muros en fachada ayudan a dicha refrigeración del edificio (Huellas de arquitectura, 2013). Un aspecto fundamental a atacarse es la envolvente, pues de esta dependerá casi en su totalidad las ganancias de calor y la capacidad del edificio para poder responder de manera más eficiente sin la necesidad de un uso desmedido de la ventilación artificial, por lo que la elección de materiales con una capacidad alta de pérdidas de calor, así como la elección de colores claros y superficies rugosas en ambas también resultan la opción más conveniente. (Huellas de arquitectura, 2013).

Si bien la forma de un edificio no es un factor determinante en cuanto al aprovechamiento climático y relación al entorno se refiere, una orientación adecuada y las estrategias pasivas de diseño juegan un papel mucho más importante que la idoneidad de la forma adoptada para la solución arquitectónica, jugando dicha orientación un papel decisivo en el comportamiento térmico del edificio. (Huellas de arquitectura, 2013).

La circulación del aire se verá beneficiada con la colocación de aberturas o huecos de ventilación en fachadas opuestas o en diferentes plantas, con el objetivo de favorecer el tiraje térmico, por medio de diferencia de densidades en la temperatura del aire, permitiendo la estratificación del aire caliente, así como grandes alturas interiores, siendo aconsejable también la existencia de corredores o espacios que sirvan de medio para la circulación del mismo. (Huellas de arquitectura, 2013).

Una fachada ventilada en la dirección suroeste sería conveniente para disminuir las ganancias de calor por radiación, sin embargo, un aspecto importante a cuidarse considerándose esta solución en el proyecto es el aspecto de la percepción visual y estética, es decir que debe

ser diseñada y aplicada de tal manera que no impida la visión de los residentes desde el interior hacia el exterior, facilitando así del mismo modo la iluminación natural y garantizando condiciones de confort visual.

4.2.3. VENTILACIÓN

Debido a las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero, con un alto grado de humedad que afecta tanto a la sensación de calor como de frío, la solución que brinda la mayor ventaja es la implementación de un sistema de ventilación híbrida, es decir que cuando las condiciones de temperatura ambientales son favorables la renovación del aire se produce por medio de la ventilación natural y cuando son desfavorables la ventilación se ve auxiliada por ventilación mecánica. (CTE. Código técnico de la edificación, 2015), ya que debido a las condiciones climáticas propias de la zona, no es posible prescindir del uso del aire acondicionado.

Por medio de la implementación de un sistema de enfriamiento gratuito a través de inyección de aire exterior hacia el interior, que además de garantizar la renovación del aire al igual que la ventilación natural, tiene la ventaja de poder tener un control total del mismo a través de medios mecánicos y a su vez introducir más aire del necesario para combatir de una manera más efectiva las ganancias térmicas internas, manteniendo una temperatura interior constante, mejorando la calidad del aire interior por medio de una ventilación continua, que se renueva de manera constante a través de la inyección y la extracción del aire, aumentando el nivel de confort, (Idealista/news. 2015, Octubre 23), ayudando de esta manera también a un control adecuado de la humedad en los interiores logrando una refrigeración más efectiva en los interiores reduciendo el consumo energético por el uso de los equipos de aire acondicionado, disminuyendo a su vez la demanda de refrigeración del edificio.

Este tipo de sistema, consiste en la utilización del aire del exterior, normalmente solo filtrado, en vez de recircular aire del retorno, por tener unas características energéticas más eficientes energéticamente que el aire procedente del retorno, teniendo como objetivo la reducción de energía necesaria para la adecuación higrotérmica del aire impulsado por los

sistemas de acondicionamiento, teniendo como resultado que utilizar aire frío del exterior con el objeto de disipar las cargas internas, al aumentar el caudal del aire exterior, resulte más económico y repercuta también en una mejora de la calidad del aire interior. (IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía., 2012).

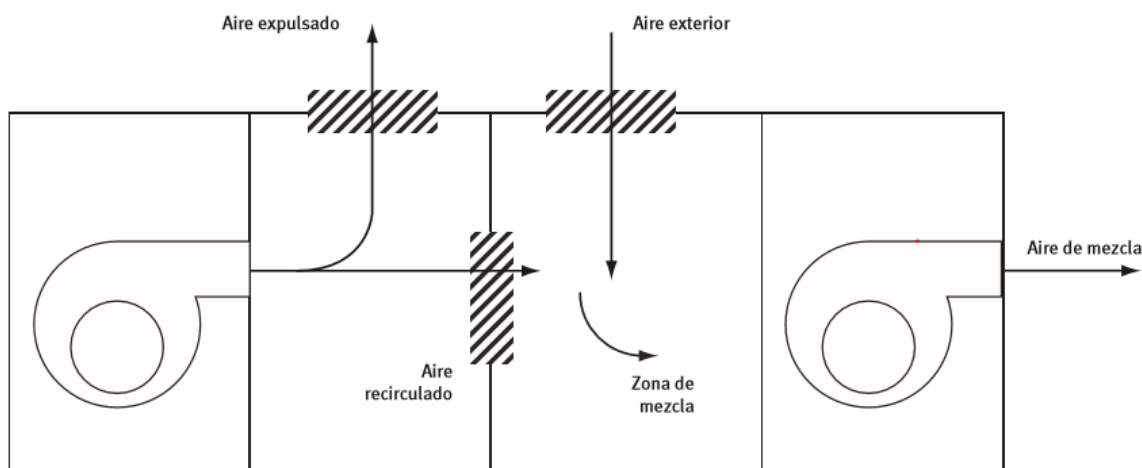


Ilustración 42. Esquema de enfriamiento gratuito por aire. <
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_09_Guia_tecnica_ahorro_y_recuperacion_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf/>

Dicho sistema de manera general, se compone para su funcionamiento de un sistema con tres compuertas de aire colocadas de manera que la compuerta de aire de retorno se encuentra en serie con los ventiladores de aire de retorno e impulsión, mientras que la compuerta de expulsión en el circuito del ventilador de retorno y la de aire exterior en el circuito del ventilador de impulsión se encuentran en paralelo, este además, debe permitir mediante un control adecuado seleccionar las diferentes situaciones que se pueden plantear de cargas interna y climáticas, para conseguir que el aire de impulsión alcance las condiciones higrotérmicas adecuados con el menor costo energético. (IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía., 2012).

4.2.4. VENTANAS

Las ventanas son un punto crucial en el diseño del proyecto, puesto que representan las zonas más débiles de la envolvente, por lo que resulta fundamental contar con carpinterías y vidrios de alta calidad con el objetivo de limitar la pérdida de energía a través de las mismas. (PEP Plataforma Edificación Passivhaus, 2014).

Estás suponen el elemento más débil de la envolvente al significar una discontinuidad en la misma, por lo cual la correcta y adecuada selección del marco, el vidrio, así como la instalación resulta fundamental para garantizar un buen comportamiento energético. (Idealista/news. 2015, Octubre 23).

Para garantizar la mayor eficacia del sistema de ventilación natural es necesario como ya se mencionó, hacer una adecuada y correcta selección del tipo de ventana a utilizarse. Esta selección engloba no solamente la tipología de la ventana, en cuanto a la forma y abatimiento de la hoja se refiere sino también a factores y aspectos como el tipo de material para los marcos y el tipo de acristalamiento para poder garantizar una eficiencia energética de las mismas.

Para esta selección, es necesaria una valoración según el clima y orientación, para elegir el sistema, tipología y material más eficiente de acuerdo a las particularidades climáticas específicas de la zona de estudio, aunado a esto es necesario además una correcta instalación con mano de obra especializada y la utilización de aislantes en todo el perímetro de las mismas para garantizar la impermeabilización y estanqueidad al agua por el exterior y al interior garantizar la estanqueidad al aire con el propósito de evitar las infiltraciones de aire no deseadas. (Idealista/news. 2015, Octubre 23), siendo dicha hermeticidad buscada uno de los principios y claves de un edificio pasivo.

A continuación, se detalla la selección de la tipología de ventana, el material para el marco y el acristalamiento respectivamente.

4.2.4.1. TIPOLOGIA DE ABERTURAS DE VENTANAS

TIPOS DE VENTANAS	DE ABRIR	CORREDIZA	PROYECTABLE	OSCILANTE	DESPLAZABLE	OSCILOBATIENTE	GUILLOTINA	PLEGABLE	PARALELA
CARACTERISTICAS FUNCIONALES									
Posibilidad de asomarse	***	***	**		***	***	***	***	***
Recambio de aire	***	**	*	*	***	***	**	***	**
Regulación de ventilación	*	**	*	*	**	**	**	**	**
Limpieza de vidrios	**	*	**	**	***	**	*	**	
Aplicación de protecciones exteriores	***	***		***		***	***	***	***
Barrido del espacio interior	*	***	*	*	***	*	***	*	**
Hermeticidad	***	**	***	***	***	***	**	***	***
* Comportamiento regular			**Comportamiento bueno			***Comportamiento óptimo			
DESTINO DEL CERRAMIENTO									
Residencial	**	**	*	-	-	**	**	**	**
- No recomendado			* Uso posible			*** Uso recomendado			

Tabla 4. Cámara Argentina de la industria del aluminio y metales afines en. ALU ONE Casa Central. <http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>. Elaboración propia.

DE ABRIR O REBATIR

Rotación sobre un eje vertical lateral, hacia el interior o el exterior.




Ilustración 43. ALU ONE Casa Central. <http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>

OSCILOBATIENTE

Rotación sobre un eje vertical lateral combinado con rotación sobre un eje horizontal inferior, ambos hacia el interior.




Ilustración 44. ALU ONE Casa Central. <http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>

PLEGABLE

Rotación sobre un eje vertical combinado con traslación horizontal, hacia el interior o exterior




Ilustración 45. ALU ONE Casa Central. <http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>

Con base al análisis tanto de las características funcionales como el destino del cerramiento de acuerdo al uso residencial, teniendo como ejes principales el recambio de aire y la aplicación de protecciones exteriores, las tres mejores opciones para el proyecto son la ventanas de abrir, la oscilo batiente y la plegable, ya que en las tres el comportamiento en una escala que va del comportamiento regular, pasando por el bueno y el óptimo, las tipologías de ventanas seleccionadas tienen un comportamiento óptimo de estas dos características buscadas resultado de las propiedades de las mismas, siendo el mayor nivel de comportamiento de las categorías mencionadas, sin embargo la oscilo batiente y la plegable ofrecen un mejor comportamiento en relación a la regulación de la ventilación, comparada con la de abrir.

4.2.4.2. MARCO

En cuanto a los materiales para el marco, el aluminio con rotura de puente térmico y el PVC son los que ofrecen los mejores desempeños en aislamientos térmicos, mejorando así la eficiencia energética, sin embargo, a pesar de que el aluminio ofrece más posibilidades decorativas y estéticas, el costo es mayor.

Características	Material			
	Aluminio	Madera	Hierro	PVC
Resistencia a la infiltración de agua y aire (1a)	***	**	**	***
Resistencia a las cargas del viento	***	*	***	*
Aislación acústica (1b)	***	***	*	***
Aislación térmica (1b)	***	***	*	***
Resistencia mecánica (1a)	***	*	***	*
Resistencia al fuego	***	-	***	-
Resistencia a la corrosión	***	**	-	***
Reciclabilidad	***	-	**	-
Mantenimiento	***	*	*	***
Aspecto estético	***	***	*	**
Costos	***	**	*	**
* Comportamiento regular ** Comportamiento bueno *** Comportamiento óptimo (1a) Las formas de los perfiles extrudados se diseñan para optimizar la relación resistencia mecánica/precio y poder garantizar la hermeticidad que se espera de las aberturas. (1b) Las aberturas con Ruptura Puente Térmico hacen que tengan mejores características que la madera o el PVC.				

Ilustración 46. Comparativo de Distintos Materiales para Marcos de Ventana. ALU ONE Casa Central. <<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>>

Haciendo una investigación de los posibles proveedores e instaladores se encontró la empresa Venster puertas y ventanas con matriz en México DF, la cual manejan la marca Cortizo con una serie de marcos y perfiles de aluminio superior con rotura de puente térmico (RPT), asegurando un control de temperatura y con diferentes aperturas como batiente, oscilo batiente, plegable, oscilo paralela y pivotante dentro de la serie Cor-60 garantizan, la utilización de los tres tipos de tipología de aberturas de ventanas seleccionadas en el apartado anterior. (VENSTER, 2017), seleccionándose dicho material sobre el PVC.

4.2.4.3. ACRISTALAMIENTO

Para la selección de los vidrios aislantes por ser la zona conurbada de Tampico y Madero un clima donde predominan las condiciones de verano es aconsejable procurar valores de U (coeficiente de transmisión térmico) reducidos con factor solar reforzado, dejando pasar la luz, siendo recomendable su utilización en ventanas que reciben radiación solar directa (orientaciones sur, sureste, suroeste, este y oeste). (ASEFAVE, 2014).

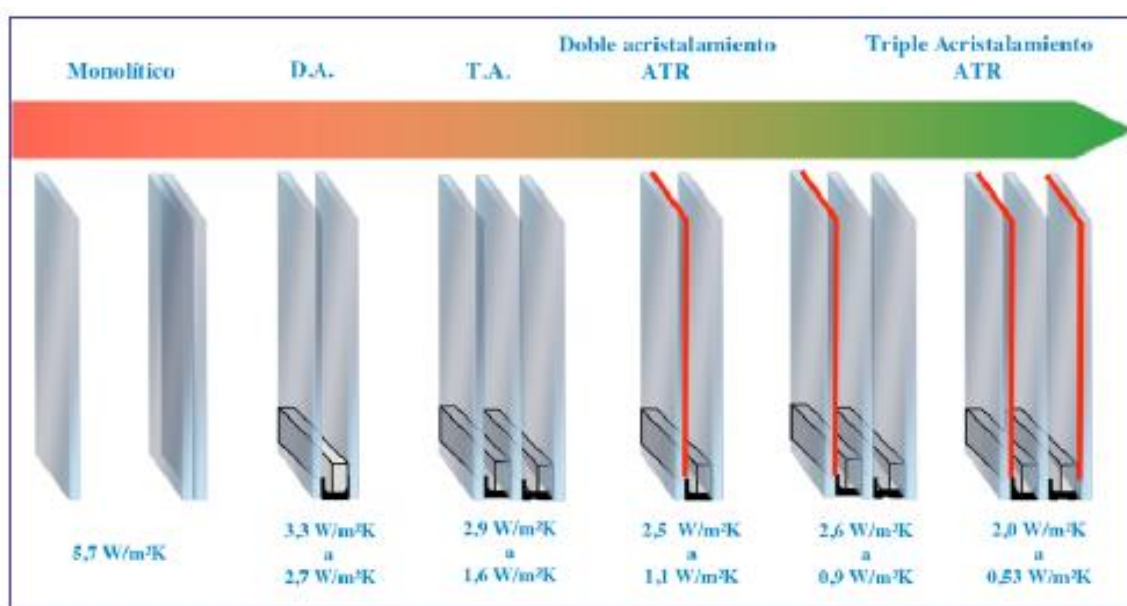


Ilustración 47. Comparativo de Distintos Materiales. Guía térmica de ventanas para la certificación energética en edificios. <
http://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/06/guia_tecnica_ventanas.pdf>

Como puede observarse en el comparativo, el acristalamiento sencillo posee una U mucho más elevada comparada con los sistemas de doble y triple acristalamiento sin embargo entre estos dos últimos sistemas, el triple acristalamiento si bien, mejora el funcionamiento

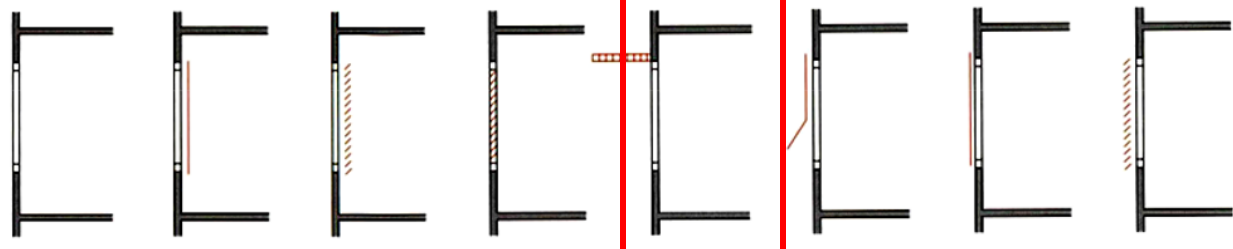
con respecto al doble acristalamiento, por la incorporación del vidrio central su peso aumenta considerablemente así como los sistemas de anclaje, aumentando con esto los costes, por lo que la selección de un sistema de doble acristalamiento ATR (Acristalamiento térmico reforzado) con un vidrio bajo emisivo (ASEFAVE, 2014) al tener un mejor rendimiento que un sistema de doble acristalamiento tradicional.

4.2.4.4. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR

Los elementos de protección solar son un elemento fundamental y primordial para el diseño del prototipo, los resultados y los datos obtenidos en campo por medio de los cuestionario, arrojaron que uno de los problemas principales radica en las ganancias solares por radiación producto de la falta de elementos que provean de sombra a la edificación, provocando una acumulación de calor importante que se ve reflejada en la necesidad del uso del aire acondicionado para mejorar la sensación térmica en los interiores por las noches cuando se libera dicho calor que se acumuló durante el día.

Para esto se propone el diseño de aleros que provean de sombra a las zonas acristaladas y por las condiciones predominantes de verano y la alta radiación solar, provean a su vez de sombra a la fachada con mayor exposición a la misma disminuyéndose así las ganancias directas y difusas de radiación, siendo una ventaja comparada con otros sistemas de protección aunado al hecho de no necesitar mantenimiento y no comprometiendo la visual desde el interior de los recintos hacia el exterior.

Aunado a este sistema y como complemento, se proponen la utilización de un sistema de protección solar corredizo horizontal, principalmente en grandes superficies acristaladas, que si bien tendrá un impacto en la visual hacia el exterior, el usuario será el que tenga total control del uso de dichos elementos así como un control de la cantidad de iluminación natural que entre por la superficie acristalada a criterio del mismo usuario, el diseño será pensado para que responda a la estética y se incorpore al diseño general del prototipo a proyectarse.



	No solar screening	Internal roller blinds	Venetian blinds	Louvres in the glazing cavity	External projections	External awnings	External roller blinds	External Venetian blinds
F_c (theory)	1.0	0.75	0.75	0.75	0.5	0.4	0.3	0.25
F_c (practice)	1.0	0.35	0.4	0.15	-	0.1-0.4	0.1-0.3	0.1
Maintenance costs	-	Low	Low	Very low	-	Very high	Very high	high
Controllability	-	Good	Very good	Depends on system	-	Very good	Good	Very good
Visibility	Not limited	Depends on material	Depends on angle	Depends on system	Not limited	Depends on setting	Depends on material	Depends on angle
Daylight	Unlimited daylight entry, uneven room lighting	Reduced daylight entry	Light redirection possible, blocking of direct light possible	Light redirection possible, blocking of direct light possible	Blocking by light redirection possible, blocking of direct sunlight possible	Reduced daylight entry, use of diffused light	Blocking of direct radiation	Light redirection possible, variable louver angle
Glare	High glare risk	Good glare protection	Depends on anti-glare system settings	Depends on anti-glare system settings	Glare protection required	Possible high differences in lighting levels	Glare protection	Possible glare from underside of louvres
Use	Shaded facades, low glazing fraction facades	Atria, roof facades, low glazing fraction facades	Offices, in wind-exposed locations, low glazing fraction facades	Roof glazing, fanlight area	South-facing glazing	Residential buildings, atria, where requirements for solar protection are low	Residential buildings, atria, where requirements for solar protection are low	Low-rise administration buildings, residential buildings
Comments		Aesthetic options may be limited, light may enter from side		Not weather-dependent	Usually not adequate without additional measures	Interaction with window ventilation	Interaction with window ventilation	Affected by wind

Ilustración 48. Comparación de sistemas de protección solar. Hauslade, G., De Saldana, M., Liedl, P. (2006): *Climate Skin*. Birkhäuser: Basel, Boston, Berlin.

4.2.5. AISLAMIENTOS

Cómo ya se explicó en el apartado anterior, un punto importante a atacarse es la envolvente pues de esta dependerá casi en su totalidad las ganancias de calor y la capacidad del edificio para poder responder de manera más eficiente a las condiciones externas del entorno. Con este propósito se hará una selección de materiales con mejor comportamiento ante las ganancias y pérdida de calor para su utilización principalmente en la fachada más vulnerable a la radiación solar.

A continuación, se enlistan las principales características de distintos materiales con respecto a las resistencias térmicas de los mismos, para su utilización en fachada.

MATERIALES	ESPESOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	VALOR R (RESISTITIVIDAD TÉRMICA DINÁMICA	MEDIDAS	PROVEEDOR
Panel Hebel ACC-4	15 cm	0.127 W/m*K	16 (f2hF/BTU)	0.61X6.00	Local
Placas Aislantes (Aislakor polisocianurato)	2"	0.14 W/m*K	14.28 (f2hF/BTU)	1.22x2.44 mts	No
Block Hebel ACC-4	15 cm	0.127 W/m*K	16 (f2hF/BTU)	0.61X0.20X0. 15 mts	Local
Panel Aislante i16 (Novidesa)	15 cm	0.0358 W/m*K	23.72 (f2hF/BTU)	0.60x0.15 mts	No
BioBlock 15 (Ladrillera Santa Clara)	15 cm			0.15x0.20.04 0 mts	Local
BioBlock 15 Verde (Ladrillera Santa Clara)	15 cm			0.15x0.20.04 0 mts	Local

Tabla 5. Comparación de sistemas y materiales aislantes. Elaboración Propia. Fuente: Varias.

Con base a los valores de la tabla, el panel Aislante i16 de Novidesa, es el que cuenta con la mejor respuesta ante las ganancias de calor, ya que entre los cuatro materiales aislantes, dicho producto es el que cuenta con el valor de conductividad térmica más bajo y el valor R más alto, siendo todos del mismo espesor a excepción de las placas aislantes aislakor, sin embargo la desventaja de estas es que son un producto que necesita otra capa exterior y no puede quedar expuesta, a diferencia de las otros tres sistemas.

Sin embargo, a pesar de esto, haciendo un análisis sobre la factibilidad y la utilización del mismo de manera específica en la ZCTM, al no haber distribuidores o proveedores locales

de dicho panel, se decidió optar por el Panel Hebel ACC-4 para los muros en las fachadas con mayor exposición a las ganancias solares con el objetos de reducir las ganancias de calor, ya que dicho producto si cuenta con proveedores locales, se puede conseguir para su utilización en el proyecto sin complicaciones mayores y es un material del cual ya se encuentran antecedentes de su uso en los años más recientes en las edificaciones que cuentan con aplicaciones sustentables.

4.3. DISEÑO APLICATIVO DE LA SOLUCIÓN

Una vez hecho el análisis interpretativo de las estrategias se procedió al estudio en concreto en la zona conurbada de Tampico-Madero, comenzando por una selección del terreno pasando a la tipología de la vivienda y finalmente al análisis de la orientación para proceder al diseño del proyecto arquitectónico.

4.3.1. SELECCIÓN DEL SITIO

Para la selección del sitio tomando en cuenta la dinámica reciente en que a pesar de ser dos municipios diferentes, la interacción entre los habitantes del municipio de Tampico y el de Madero es como la de uno solo, se partió ubicando una zona central que conectará ambos municipios y una vez hecho esto, se procedió a ubicar la zona donde en los años más

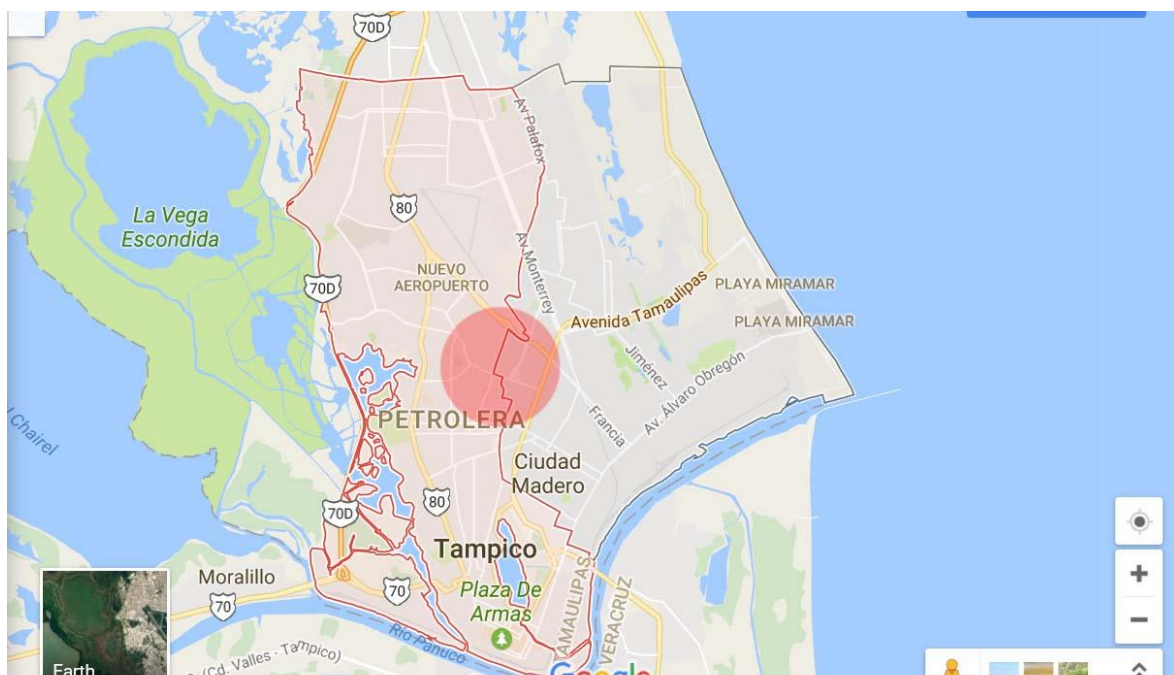


Ilustración 49. Fotografía Ubicación de posibles terrenos. Elaboración Propia. Fuente: Google Maps.

recientes se han desarrollado los proyectos de vivienda vertical más nuevos y modernos de la ZCTM desde los años 2000's estando el último de este tipo de edificios en construcción durante el año en curso, donde las características principales de los predios se dividen en características físicas del terreno, los servicios y amenidades y las condicionantes del mismo, analizadas más adelante en una matriz de selección.

A partir de estas referencias, se localizaron dentro de un radio tres terrenos disponibles para el proyecto arquitectónico que estuvieran dentro del programa municipal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de Tampico, la clasificación correspondiente en el mapa de zonificación de usos de suelo, donde todos los terrenos se encuentran dentro de la clasificación correspondiente a Habitacional densidad baja 40/3(9)/400 (HDB) y dentro del Módulo 12 de Densidad baja, en esta clasificación solo permite construcciones que dejen un área libre mínima sin construir del 40% del terreno, que no tengan más de tres niveles o una altura total de la construcción no mayor a 9 metros y permiten una vivienda por cada 400 metros cuadrados de terreno, en el caso que se pretenda construir vivienda en diferentes niveles de un mismo edificio, se permitirán una vivienda adicional por cada 280 metros cuadrados de terreno, con las restricciones normativas correspondientes. (R. Ayuntamiento de Tampico, 2015).



Ilustración 50. Fotografía Ubicación de posibles terrenos. R. Ayuntamiento de Tampico. (2015). Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas. Gobierno del Estado.

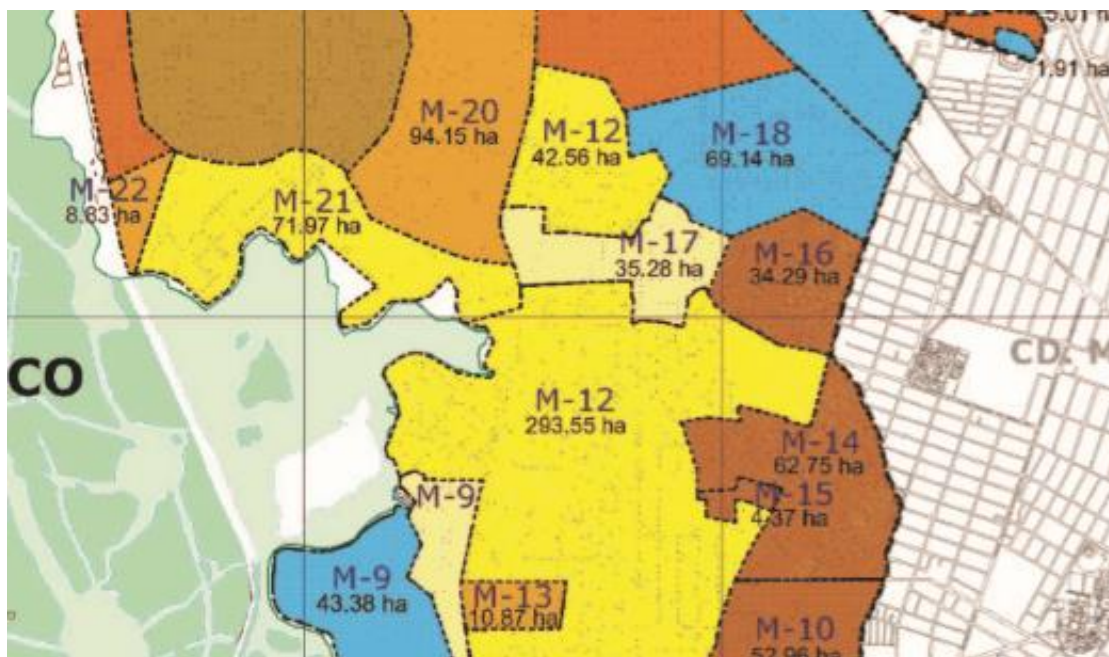


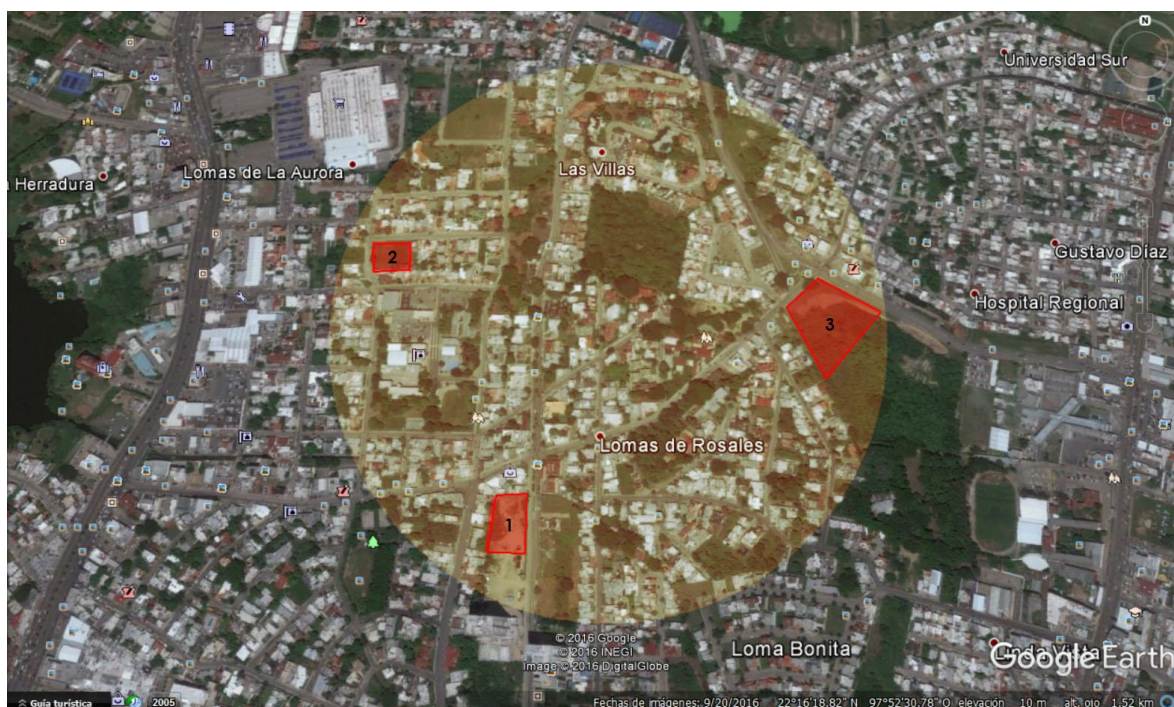
Ilustración 51. Fotografía Ubicación de posibles terrenos. R. Ayuntamiento de Tampico. (2015). Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas. Gobierno del Estado.

El terreno número 1 (Faja de Oro) seleccionado para el desarrollo del prototipo de vivienda departamental sustentable se ubica en el municipio de Tampico sobre la calle Faja de Oro, en una de zona donde en los últimos años se han construido los departamentos de vivienda vertical más modernos, cuenta con un área aproximada de 4,840 m² y con medidas generales de aproximadas 88x55x88x45 m² con orientación este en la fachada principal.

El terreno número 2 (Loma Encantada) seleccionado para el desarrollo del prototipo de vivienda departamental sustentable se ubica también en el municipio de Tampico sobre la calle Loma Encantada y Loma Norteña, en una de zona residencial, cuenta con un área aproximada de 2,950 m² y con medidas generales de aproximadas 50x59x47x57 m² con orientación oeste en la fachada principal.

Finalmente, el terreno número 3 (Calle 10) seleccionado para el desarrollo del prototipo de vivienda departamental sustentable se ubica sobre la Calle 10 y Lomas de Rosales, en una de zona residencial, contando con un área aproximada de 7, 600 m² siendo

el más grande de los terrenos seleccionados y con medidas generales de aproximadas 76x111x150x130 m² con orientación sureste en la fachada principal.



Fotografía 9. Fotografía Ubicación de posibles terrenos. Elaboración Propia. Fuente: Google Maps.

Con esta información se procedió a hacer un comparativo a modo de matriz de datos para la selección idónea del terreno presente a continuación.

TERRENOS	TERRENO FAJA DE ORO	TERRENO LOMA ENCANTADA	TERRENO CALLE 10
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO			
▪ Dimensiones	88x55x88x45	50X59X47X57	76X111X150X130
▪ Metros cuadrados	4,840	2,950	7,600
▪ Orientación	ESTE	OESTE	SURESTE
▪ Uso de Suelos	HDB	HDB	HDB
▪ Nivel	Plano	Pendiente	Plano
SERVICIOS Y AMENIDADES			
▪ Comercios y Servicios	X		X
▪ Educación	X	X	X
▪ Accesibilidad	X		X
▪ Desarrollo de Densidad	X	X	X
▪ Plazas y Jardines	X		
▪ Vialidad Principal	X		X
▪ Acceso a transporte público		X	X

▪ Corredor Urbano	CUB	CUB	CUM
CONDICIONANTES DEL TERRENO			
▪ Ubicación	MEDIO	ESQUINA	ESQUINA
▪ Vivienda de alrededores	Vivienda Habitacional Vertical	Vivienda Habitacional	Vivienda Habitacional Vertical
▪ Posibilidad de construcciones futuras	SI	NO	SI

Tabla 6. Matriz Selección de Terrenos. Elaboración Propia.

Haciendo un análisis de lo anterior, el terreno de Loma Encantada es el que cuenta con la orientación menos favorable en comparación con los otros dos terrenos, mientras que el terreno de la Calle 10 es el que cuenta con la orientación más favorable en la fachada principal con orientación sureste, la dirección de los vientos reinantes de la región.

En cuestión de dimensiones de igual manera el terreno Loma encantada es el más compacto y con base en la forma y envolvente más adecuada para el clima de la zona que marca formas dispersas y poco compactas, sería el que dificultaría más el diseño general del proyecto conforme a los lineamientos necesarios.

En cuanto a los servicios y amenidades, los que cumplen con la mayoría de los lineamientos de la tabla son tanto el terreno Faja de Oro como el terreno Calle 10, el primero sin embargo no teniendo un acceso cercado al transporte público y el segundo no contando con plazas y jardines cercanos a la zona.

Para hacer una selección entre ambos terrenos se hizo un análisis con base al desarrollo urbano de la zona y las condicionantes tanto presentes como futuras del terreno, resultando, el terreno de la Calle 10 como el más idóneo para el proyecto, puesto que a diferencia del terreno de la Faja de Oro, la tipología de los desarrollos de vivienda de los alrededores son de vivienda habitacional vertical no sobrepasando los 3 niveles, lo que no supondría una limitante o condicionante importante a considerar en cuanto a las sombras o asoleamientos que influenciaran en el proyecto comparado con los 8 y 9 niveles de los desarrollos en Faja de Oro, al estar dicho terreno dividido en dos de manera vertical, se optó por el terreno de menor dimensión y más regular, que pesar de no quedar en esquina una vez que se construya en la otra mitad correspondiente, las fachadas no estarían condicionadas por las posibles edificaciones futuras ni comprometidas, puesto que la tipología de la vivienda

como ya se mencionó se mantenga en 3 niveles, por lo que la fachadas seguirían estando sin condicionantes externas significativas a las climatológicas de la región.

4.3.2. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

La tipología de vivienda a desarrollar correspondería al Nivel socioeconómico medio alto, correspondiente a la clasificación C+ de la AMAI. Este estrato corresponde al segundo grupo con el más alto nivel de vida del país, representado el 9.3% de la población. Las características de este grupo son que tienen ciertas limitantes para la inversión y el ahorro a futuro, sin embargo tienen cubierta todas las necesidades de calidad de vida. (López, H. 2009).

Las viviendas tienen en promedio entre cinco y seis habitaciones y están construidas con paredes y techos de tabiques o concreto, en promedio cuentan con tres recámaras y uno o dos baños, cuentan con baño, regadera, lavado y calentador de agua de gas, la mitad cuenta con cisterna, mientras que un tercio tiene tanque estacionario y algunos cuentan con sistema de aire acondicionado y calefacción y el promedio de automóviles es de uno o dos. (López, H. 2009).

La vivienda por estar dentro de la clasificación media alta debe estar comprendida entre los 97.5 y los 145 m², que son las superficies construidas promedio de la tipología de vivienda media y residencial, según los datos proporcionados por el código de edificación de vivienda 2010 y al ser el ingreso promedio de \$32, 215.00 (IMERTH) ambas clasificaciones se encuentran dentro de los 350.1 a 1,500 veces salario mínimo mensual del D.F y estando dentro del valor UMA anual establecido en 2017 de \$27,538.80. (INEGI,2017).

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA		
	TOTAL	A/B
Número de habitantes	3.79	3.90
Promedio de habitaciones	4.12	5.53
Promedio de cuartos para dormir	2.01	2.52
Tiene baño	95.2%	100.0%
Promedio de baños	1.30	1.73
Tiene cocina	98.3%	100.0%
Promedio de años de antigüedad	17.43	18.85

Tabla 7. Características de la Vivienda.. López, H. (2009). Nivel Socioeconómico AMAI. Comité Niveles Socioeconómicos AMAI. Instituto de Investigaciones Sociales SC.

TENENCIA DE LA VIVIENDA		
	TOTAL	A/B
Vivienda propia	58.2%	67.4%
Renta o alquila la vivienda	20.3%	15.4%
Prestada	13.7%	6.7%
Está pagando la vivienda	6.7%	9.7%

Tabla 8. Tenencia de la Vivienda.. López, H. (2009). Nivel Socioeconómico AMAI. Comité Niveles Socioeconómicos AMAI. Instituto de Investigaciones Sociales SC.

A partir de estos datos se elaboró un partido arquitectónico para la propuesta, siendo los usuarios los miembros de una familia con un promedio de cuatro integrantes.

PARTIDO ARQUITECTÓNICO	
Recámara Principal (balcón)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clóset vestidor ▪ Baño Privado
Recámara Doble	Clóset
Cocina	-
Cuarto de lavado	Lavadora/Secadora
Comedor	-
Sala	Mueble de T.V.
Baño completo	Visitas
ÁREAS COMUNES	
Gimnasio	-
Estacionamiento	20 cajones
Seguridad	Oficina
Cuarto de máquinas	Equipo de enfriamiento gratuito

Tabla 9. Partido Arquitectónico. Elaboración Propia.

4.3.3. ANÁLISIS DE ORIENTACIÓN

Por medio del software Ecotect se introdujeron los datos climáticos de la zona conurbada de Tampico y Madero, para encontrar la orientación óptima con respecto a las ganancias solares, dando como resultado la mejora orientación en 167.5° con respecto al norte, como se muestra en la Ilustración 51 que se muestra a continuación.

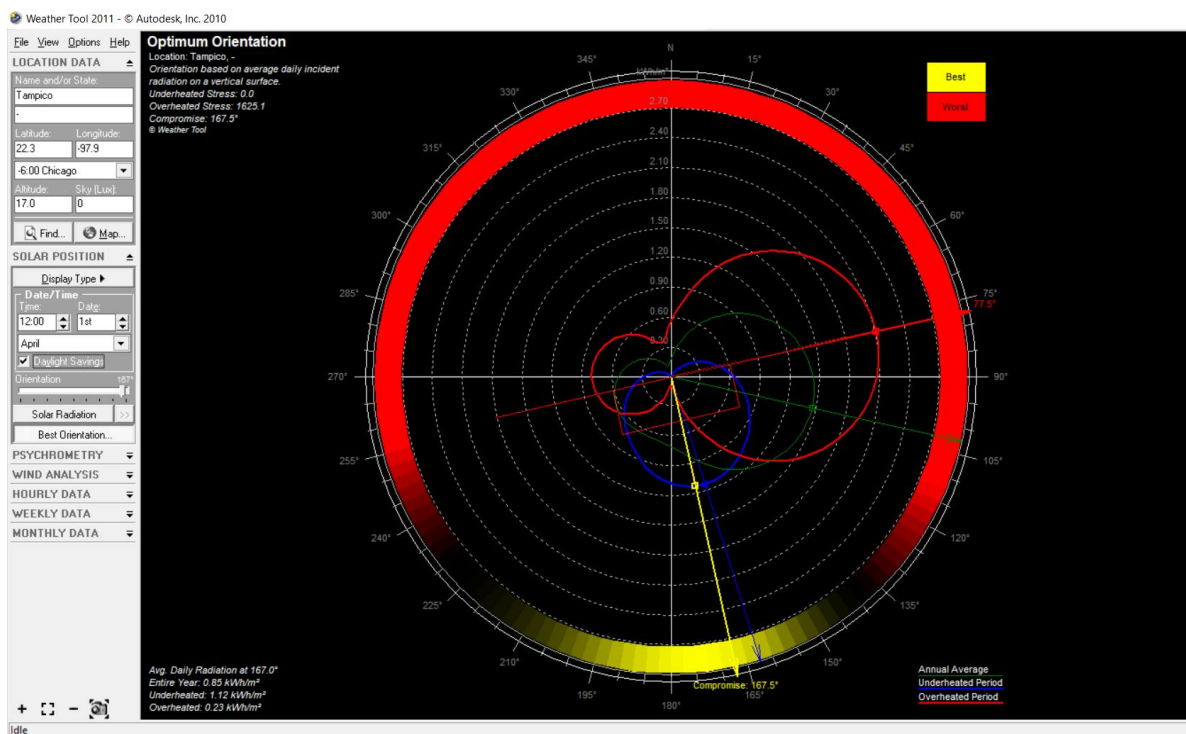


Ilustración 52. Orientación Óptima. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect

A partir de esto y con todas las estrategias antes mencionadas en el apartado 4.2 en relación a la tipología de la edificación, la ventilación, ventanas, elementos de protección solar y aislamientos, se procedió al diseño de la propuesta. Dicho prototipo de vivienda departamental comprende tres niveles en total, el primer nivel correspondiente a las áreas sociales y de servicios, mientras que los dos niveles siguientes corresponden a los módulos de departamentos.

El diseño del prototipo partió primeramente del diagnóstico en las cuatro esferas que comprenden la sustentabilidad, en el ámbito social, el desconocimiento de los beneficios de la arquitectura sustentable, así como el desconocimiento también de la relación entre el diseño y el desempeño de los hogares con respecto al confort y la eficiencia energética resultando en una calidad de vida relacionada con el gasto económico por el uso de ventilación artificial.

En el ámbito económico, facturas eléctricas elevadas por el uso de ventilación artificial además de la necesidad de modificaciones al hogar para mejorar el confort al interior aunado a que solo un sector tiene acceso a aplicaciones sustentables en la vivienda actualmente.

Teniendo como consecuencia un gasto considerable de energía por el uso de ventilación artificial traduciéndose en el ámbito ambiental, producto de la expansión de un modelo de vivienda estereotipada no adaptada al clima y al entorno donde las opciones de arquitectura sustentable son limitadas y escasas en el ámbito urbano.

Partiendo del supuesto de que una vivienda adaptada a las condiciones bioclimáticas locales priorizando la adecuación al entorno mejoraría el confort térmico al interior y un mejor desempeño energético impulsaría un desarrollo urbano ambientalmente sustentable en la zona por medio de acciones, estrategias y aplicaciones sustentables tanto pasivas como activas por medio de un proceso de prediseño y construcción y diseño enfocado a dicha adaptación al clima por medio de estrategias bioclimáticas orientado a un confort al interior y un ahorro de energía y recursos.

Las estrategias seleccionadas y aplicadas para el diseño del prototipo se enfocaron en cuatro ámbitos, la tipología de la edificación, con el objetivo de proteger del asoleamiento a través de la forma y envolvente traducidas en acciones de diseño específicas como patios interiores, cubos de ventilación, separación de la losa de azotea, forma dispersa y poco compacta, menor superficie acristalada en fachadas este y oeste y la presencia de aleros.

Las ventanas, mediante una adecuada selección de la tipología, el marco, el acristalamiento y los elementos de protección solar, resultando en la selección de tres tipos de ventanas por su desempeño, la selección de un marco con rotura de puente térmico y el doble acristalamiento para reducir las ganancias internas por radiación al interior de las viviendas.

Al ser una parte fundamental la envolvente de la edificación, el siguiente ámbito se dirigió al aislamiento de esta misma por medio de la selección de un panel aislante Hebel ACC-4 en los muros exteriores.

Finalmente, el último ámbito de atención de las estrategias se refiere a la ventilación, por medio del uso de ventilación mecánica a través de un sistema de enfriamiento gratuito, que, combinado con la presencia de ventilación cruzada y aberturas en la losa de azotea que tienen el efecto chimenea de ventilación , garantizan una adecuada ventilación y la presencia de corrientes de aire de manera continua en los espacios, a continuación, se presenta un gráfico síntesis de dichas premisas de diseño.

● SOCIAL

SOCIAL				
Desconocimiento de los beneficios de la arquitectura sustentable				
Desconocimiento de la relación entre el diseño y el desempeño de sus hogares				
Calidad de vida relacionada con el gasto económico por el uso de ventilación artificial				
ECONÓMICO	Una vivienda adaptada a las condiciones bioclimáticas locales priorizando la adecuación al entorno mejoraría el confort térmico al interior y un mejor desempeño energético	Se identifico que el proceso debe llevar dos etapas correspondientes al Prediseño y Construcción y Diseño		
Facturas eléctricas elevadas por el uso de ventilación artificial		El prediseño orientado al: Adaptación al clima y entorno Estrategias bioclimáticas		
Modificaciones al hogar para mejorar el confort al interior		El diseño y construcción orientado al: Confort al Interior Ahorro de energía y recursos		
Solo un sector tiene acceso a aplicaciones sustentables en la vivienda en la actualidad	Impulsaría un desarrollo urbano ambientalmente sustentable en la zona	Enfocandose las estrategias en cuatro focos principales: Ventilación+Asoleamiento+Ganancias de calor+ Humedad		
AMBIENTAL	Por medio de acciones, estrategias y aplicaciones sustentables tanto pasivas como activas	1. Tipología de la edificación: Asoleamiento → Forma y envolvente	Patios interiores/Cubos de ventilacion Separación de losa de azotea Forma dispersa y compacta Menor superficie acristalada en fachadas este y oeste Aleros	Con la aplicación de todas estas acciones en conjunto se pretende mejorar el confort térmico al interior de las viviendas y tener una eficiencia energética más adecuada, con el objetivo que la cultura de la sustentabilidad y la aplicación de estrategias sustentables en la vivienda se de a conocer entre los usuarios del proyecto y se socialicen los efectos de las tecnologías en la comunidad, haciendo conciencia de los impactos que tiene la sustentabilidad en la vivienda y sea referente para casos futuros en la zona.
URBANO		2. Ventanas: Tipología Marco Elementos de Protección solar Acristalamiento	Selección de tres tipos de ventanas por desempeño Marco con rotura de puente térmico Doble acristalamiento	
Vivienda estereotipada no adaptada al clima		3. Aislamientos Envolvente → Materiales	Panel Hebel ACC-4 aislante en muros	
Opciones de arquitectura sustentable limitadas y escasas		4. Ventilación: Ventilación mecánica → Sistema de enfriamiento gratuito Ubicación	Sistema de enfriamiento gratuito Ventilación cruzada Chimeneas de ventilación en losa de azotea	

Tabla 10. Premisas de Diseño.Elaboración Propia.

4.3.5. ESQUEMA GENERAL

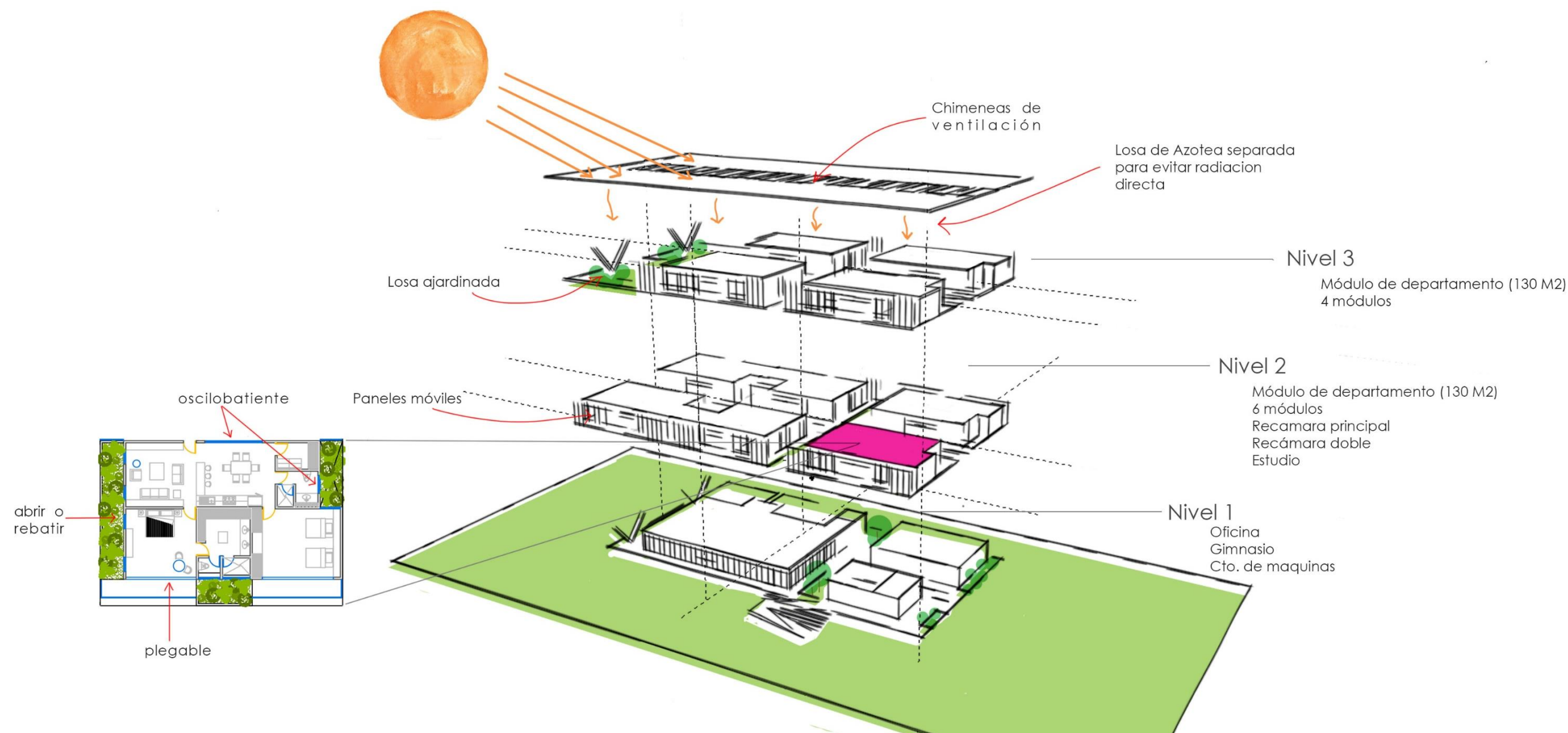


Ilustración 53. Esquema General Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.

El proyecto se divide en tres niveles, en el primer nivel se encuentra el gimnasio, la oficina administrativa y cuarto de máquinas, mientras que el segundo y tercer nivel comprenden los módulos de departamentos, siendo diez módulos en total, cada uno pensado en la ventilación cruzada y sombreado por aleros con los tres tipos de ventanas que se arrojaron en la selección de estrategias puntuales, así como alturas amplias para propiciar la circulación del aire fresco a nivel de los usuarios. El proyecto por su forma cuenta con corredores, patios interiores y una losa ajardinada en el último nivel con el fin de propiciar la circulación del aire a través del edificio y hacia los departamentos.

Al ser el asoleamiento un punto crítico a cuidar, las fachadas este y oeste al ser las más castigadas por la radiación solar cuentan con menos superficie de acristalamiento cuidando proteger las ganancias solares internas por radiación directa y difusa y la losa de azotea se separó para tener un colchón de aire y evitar el paso por conducción de la radiación directa acumulada durante el día por la radiación solar a los departamentos, y se optó por paneles móviles para control de la cantidad de luz hacia el interior de la vivienda dando la posibilidad de modificar la sombra, garantizando la privacidad y la luz en los espacios.

4.3.6. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

El primer nivel cuenta con una oficina administrativa, gimnasio y cuarto de máquinas, el según nivel cuenta con seis módulos de departamentos en total de 130 m², todos pensados y diseñados para procurar la ventilación natural que aunado a la existencia de corredores y patios interiores se propicia la circulación del aire dentro del edificio de manera permanente, mientras que el último nivel cuenta con cuatro módulos de departamentos con la misma cantidad de metros cuadrados, además de una terraza social y una losa ajardinada.

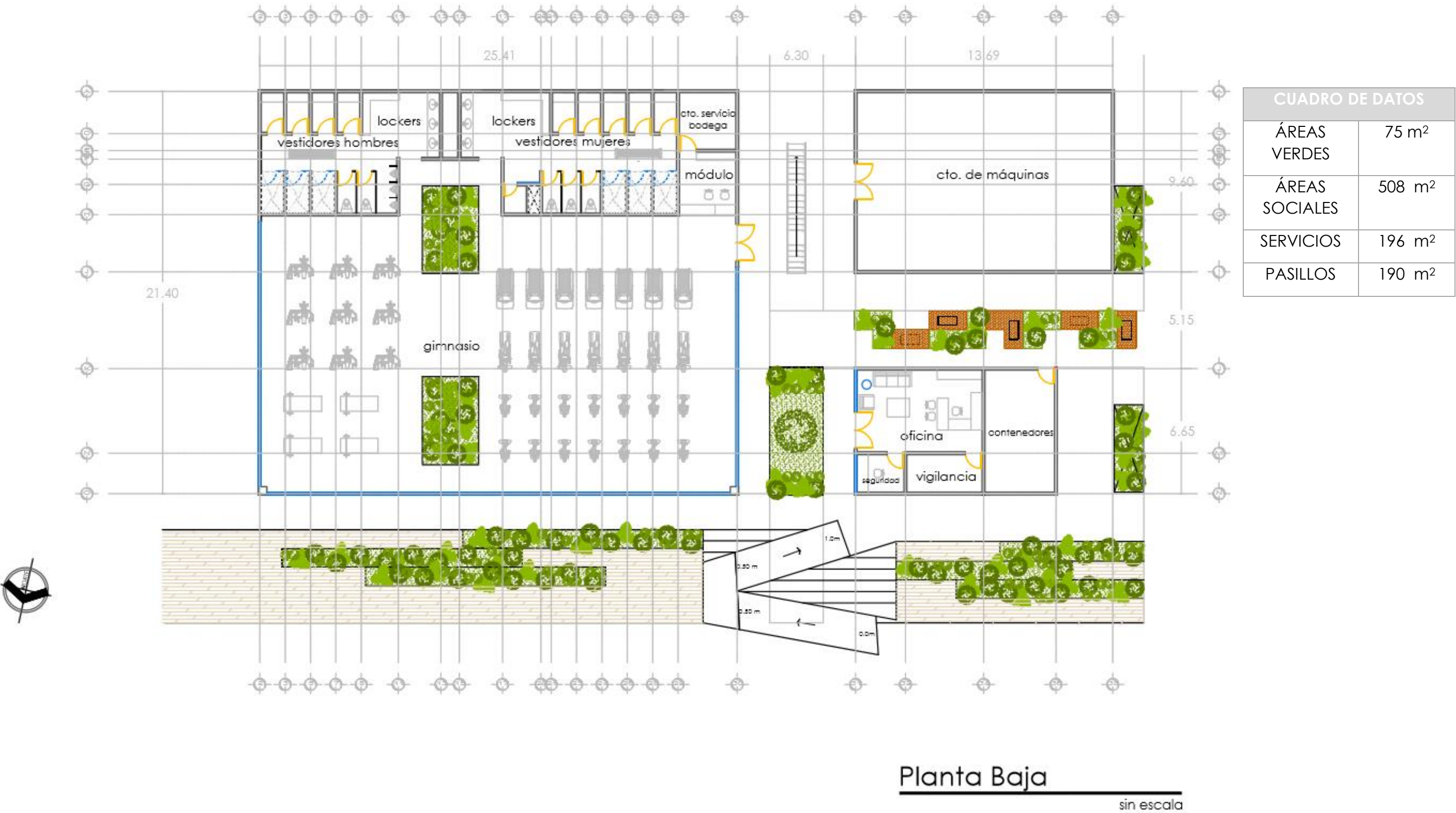
El sombreado hacia los módulos de departamento se da por medio de remeter los volúmenes en fachada y por la existencia de aleros, las alturas interiores propuestas en el diseño de las viviendas son de 3.00 mts. siendo una altura por encima del promedio habitual de los diseños actuales con el propósito de que el aire caliente suba y que exista una mayor superficie a nivel del usuario con aire fresco.

De manera general el proyecto, las fachadas norte y sur tiene mayor porcentaje de acristalamiento procurando la entrada de aire interior por ventilación cruzada a través del aprovechamiento de los vientos reinantes y dominantes de la zona, mientras que las fachadas este y oeste cuentan con menos superficie de acristalamiento cuidando proteger las ganancias solares internas por radiación directa como difusa, al ser las orientaciones más castigadas por la radiación solar, la losa de azotea se separa aproximadamente unos 30 cms para evitar el paso de la radiación directa acumulada durante el día por la radiación solar a los y sirva de colchón de aire para evitar la radiación hacia los departamentos así como contar con aberturas que tienen el efecto de chimeneas de ventilación para el aire caliente, que a su vez brindan iluminación natural a los corredores.

La altura total del conjunto es de 10.10 metros, saliéndose de lo establecido en la normativa de 9.00 metros máximos, pero justificando que el aumento de la altura con el objeto de procurar una mejor temperatura en el interior de las viviendas.

A continuación, se anexan los planos correspondientes a la propuesta arquitectónica.

4.3.7. PLANOS DE PROPUESTA ARQUITECTÓNICA





CUADRO DE DATOS	
ÁREAS VERDES	142 m ²
ÁREAS SOCIALES	70 m ²
DEPARTAMENTOS	920 m ²
PASILLOS	214 m ²

Planta Nivel 1

sin escala



CUADRO DE DATOS	
ÁREAS VERDES	363 m ²
ÁREAS SOCIALES	121 m ²
DEPARTAMENTOS	615 m ²
PASILLOS	178 m ²

Planta Nivel 2

sin escala

4.3.8. ESTRATEGIAS APLICADAS

Como se observa en los dos gráficos mostrados en las siguientes páginas correspondientes al nivel dos y tres del prototipo de vivienda diseñado, tanto en el segundo como el tercer nivel se procura la ventilación cruzada por la colocación de mayor superficie de ventanas en las fachadas norte y sur, mientras que los corredores, los patios de ventilación crean microclimas y optimizan la luz natural, que aunado a la forma dispersa facilitan las posibilidades de ventilación y la circulación del aire a través del tiraje térmico por todo el edificio, ayudando al refrescamiento pasivo de la vivienda durante la noche,

Aunado a estas estrategias orientadas al aprovechamiento de las condiciones del entorno por medio del uso de la ventilación natural, la implementación del sistema de enfriamiento gratuito promueve una circulación continua y constante del aire, promoviendo y garantizando una mejora en la calidad del aire interior, además de tener un mejor y más adecuado control de la humedad en los espacios interiores por dicha circulación del aire de manera permanente, garantizando con esto un ahorro energético a pesar de hacer uso de ventilación artificial, de la cual no es posible prescindir debido a las condiciones climáticas particulares de la zona en cuestión.

La utilización del Panel Hebel aislante en la envolvente, junto con el doble acristalamiento en las ventanas combinado con un marco con rotura de puente térmico, junto con todo el sistema de asilamiento para garantizar la hermeticidad de todo el sistema, hacen que se mejore el desempeño térmico tanto de las ventanas como de los muros que conforman la edificación, buscando que las ganancias solares absorbidas en la superficie del edificio sean menores, evitando con esto la radiación de dicho calor hacia el interior de las viviendas, mejorando así el confort térmico en el interior de las mismas y siendo necesario un menor uso de la ventilación artificial con el objeto de mejorar la sensación térmica en los espacios habitables de la vivienda.

Con estas estrategias mostradas, se busca una mejora en el confort que ayude a disminuir la demanda de refrigeración anual relacionada con la refrigeración de los espacios,

con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas que habitan los departamentos, provocando dicho ahorro energético beneficios a largo plazo en el ámbito económico de las familias, pues si bien es cierto que la utilización e implementación de dichas estrategias suponen un gasto económico más elevado en un inicio en comparación con los materiales y procesos convencionales de diseño y construcción, impactando en los costos del proyecto, el ahorro por la disminución del uso de la ventilación artificial durante la vida útil de los departamentos provoca que a largo plazo los costos iniciales de la aplicación de las estrategias y los materiales utilizados se amorticen.

Las implicaciones de la utilización de estas estrategias tendría impacto en el ámbito económico de las familias, principalmente al disminuir el costo del uso de la ventilación artificial ahorrando en las tarifas de electricidad por el uso excesivo del aire acondicionado, problemática que se vio reflejada en la población en los cuestionarios durante el trabajo de campo, así como en el ámbito ambiental al disminuir el gasto considerable de energía por dicho uso de la ventilación artificial, en el ámbito urbano al mejorar el modelo de vivienda por un vivienda que se encuentre adaptada al clima y al entorno impulsando un desarrollo urbano ambientalmente responsable en la zona y finalmente en el ámbito social al promover el uso y los beneficios de la arquitectura sustentable mejorando así el confort térmico al interior de los hogares, procurando un mejor calidad de vida para las personas que la habitan a través de un desempeño energético más adecuado.

Todas estas estrategias siendo estudiadas para su aplicación resultando en actividades factibles, al seleccionar materiales y proveedores priorizando el ámbito local o en su defecto la existencia de proveedores en el ámbito nacional, con el objeto de promover este tipo de aplicaciones en la zona de estudio, además de apegarse dichas estrategias a los lineamientos de la NAMA al estar orientadas a la eficiencia energética en la construcción a través de un desempeño integral de la vivienda por medio de ecotecnologías y mejoras en el diseño arquitectónico, así como el uso de materiales más eficientes, garantizando así eficiencia y confort.

4.3.9. CROQUIS DE ESTRATEGIAS APLICADAS

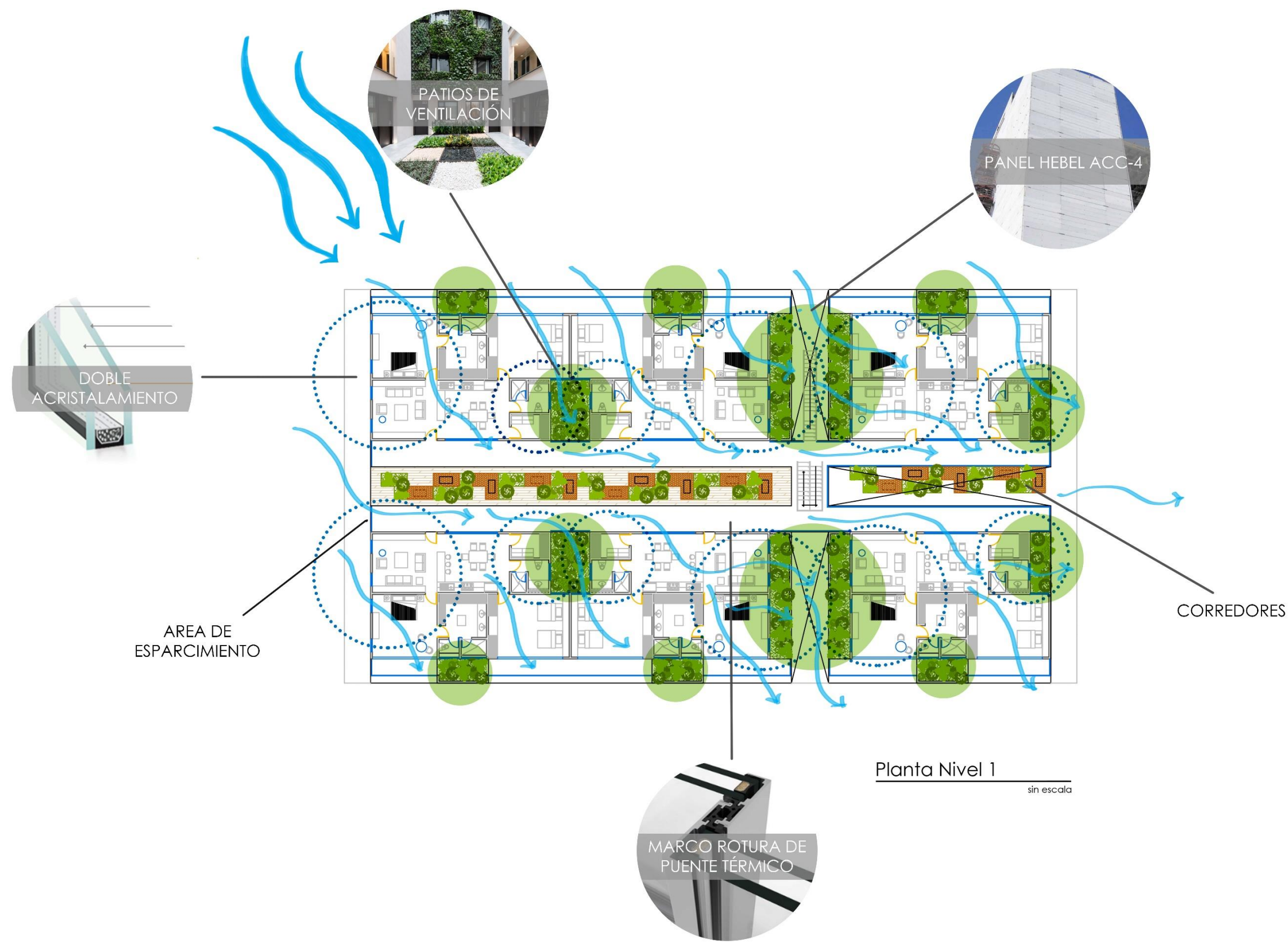


Ilustración 54. Croquis Estrategias Aplicadas Segundo Nivel del Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.

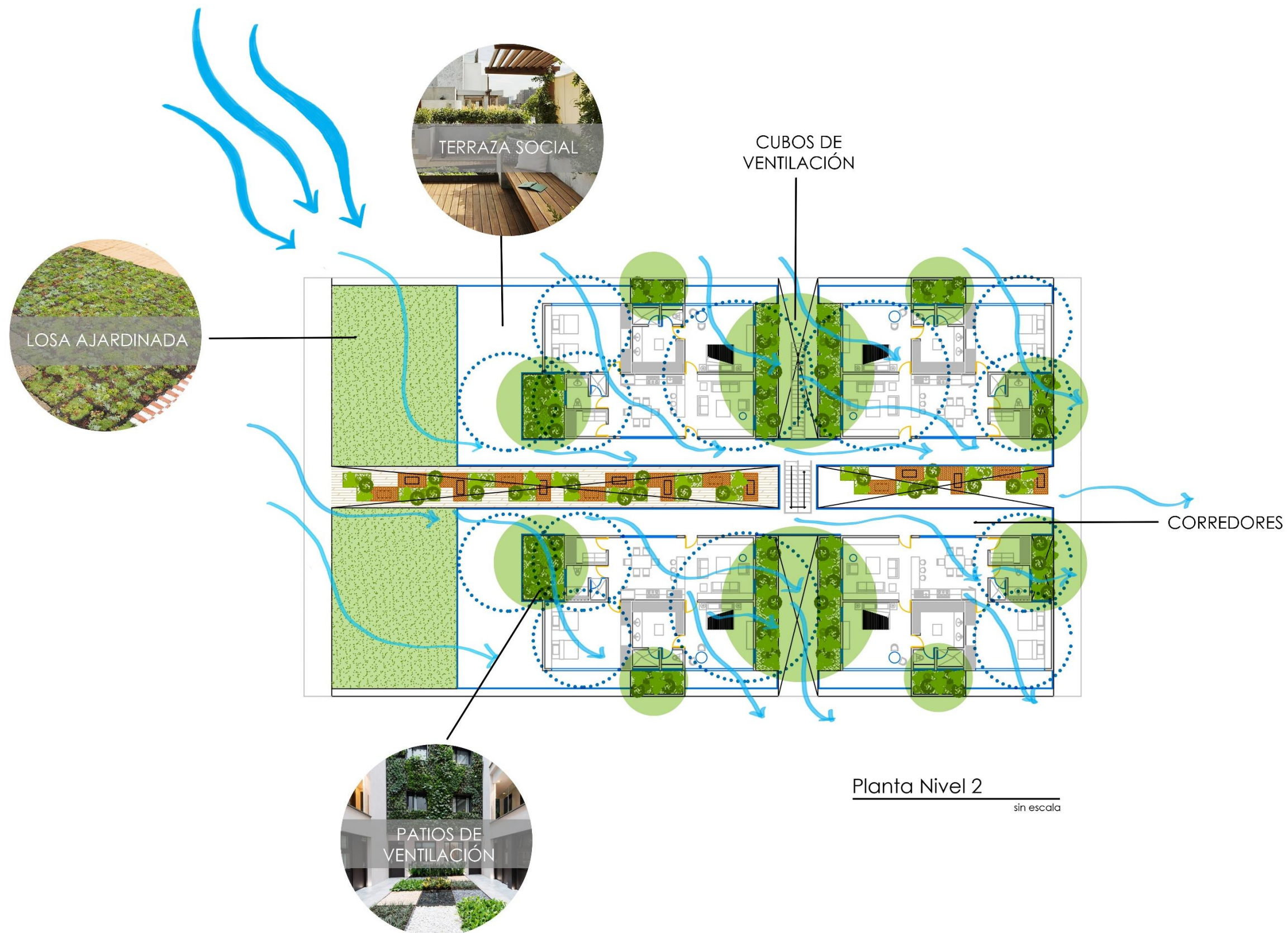


Ilustración 55. Croquis Estrategias Aplicadas Tercer Nivel del Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.

4.3.10. FACHADAS



Ilustración 56. Fachada Norte Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable.Elaboración Propia.



Ilustración 57. Fachada Sur Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable.Elaboración Propia.

En las fachadas norte y sur se optó por la colocación de paneles móviles para que el usuario tenga un control de la cantidad de luz hacia el interior de su vivienda y que, a diferencia de un objeto de protección fijo, este no irrumpe con la visual hacia el exterior desde el interior de las mismas y el usuario pueda tener control de la cantidad de luz que desea en sus espacios, así como el tiempo y duración de está. Puede observarse también, que las fachadas este y oeste al ser las más castigadas por la radiación solar, son más herméticas y cuentan con menor superficie de acristalamiento como medida de protección contra dicha radiación directa.

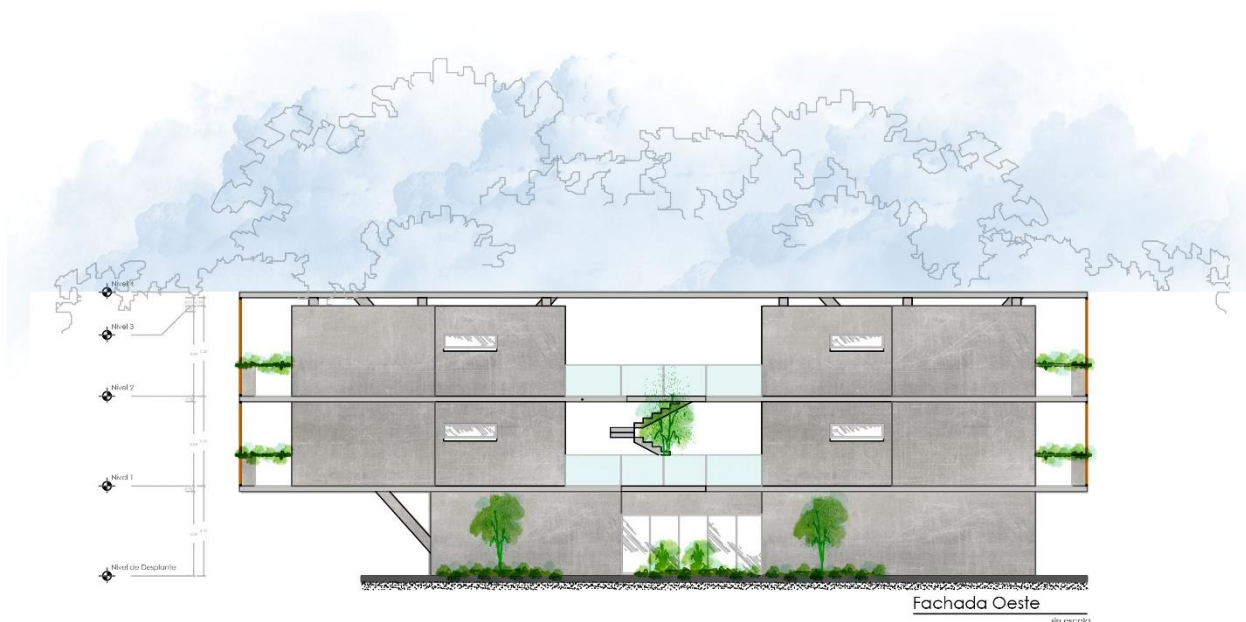


Ilustración 58. Fachada Oeste Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.

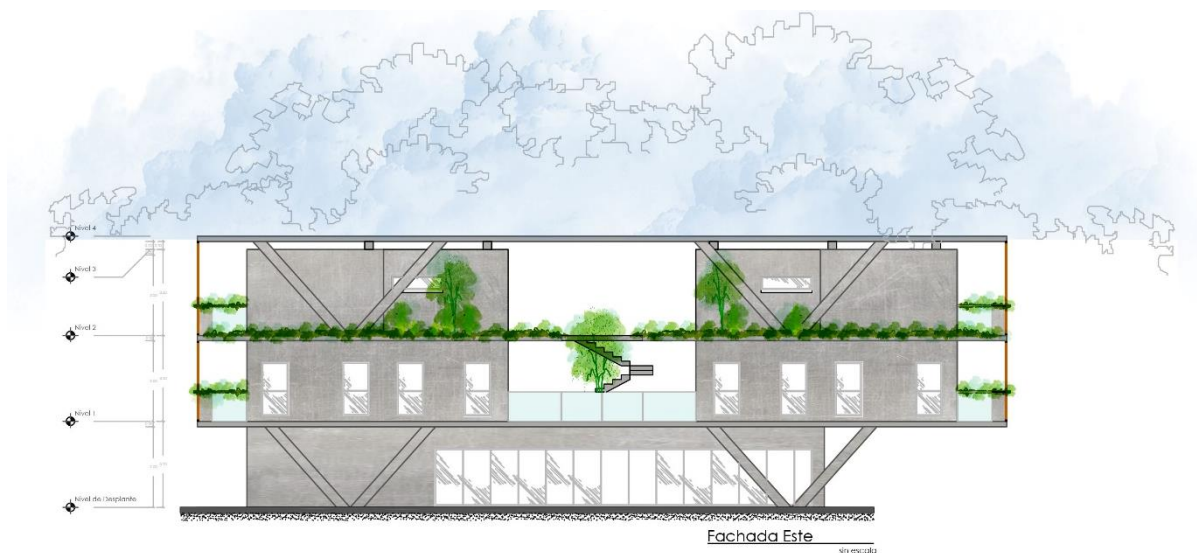


Ilustración 59. Fachada Este Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.

4.3.11. CORTE LONGITUDINAL



LISTADO DE ESTRATEGIAS APLICADAS:

- Paneles móviles
- Aleros
- Paneles aislantes en envolvente
- Forma dispersa
- Tipología de ventanas
- Doble acristalamiento ATR
- Ventilación cruzada
- Mayor altura
- Chimeneas de ventilación
- Cubos de ventilación
- Patios interiores
- Colchón de aire en losa de azotea
- Sistema de enfriamiento gratuito
- Losa ajardinada

Ilustración 60. Corte Esquemático Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable.Elaboración Propia.

En el corte se enlistan el conjunto de estrategias que se tomaron como premisas de diseño para el desarrollo de la propuesta, así como la representación del comportamiento del prototipo con respecto a las ganancias solares y la circulación en el interior de la vivienda.

4.3.12. PERSPECTIVAS



Ilustración 61. Perspectiva Fachada Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable.Elaboración Propia.



Ilustración 62. Perspectiva Fachada Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable.Elaboración Propia.



Ilustración 63. Perspectiva Fachada Acceso Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.



Ilustración 64. Perspectiva Fachada Oeste Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia.



Ilustración 65. Planta Conjunto. Elaboración Propia.

Se propone que el proyecto se desarrolle en tres etapas, la primera con un primer prototipo de vivienda departamental y en la segunda y tercera fase la construcción de dos prototipos más en el terreno seleccionado.

El acceso principal al conjunto departamental sería por la calle Lomas de Rosales mientras que el acceso secundario al mismo sería por la Calle 10.

4.3.13. COMPARATIVO ESTANDAR DE EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Con el objetivo de hacer un comparativo y una validación de las estrategias utilizadas con estándares de reconocimiento internacional, se utilizó como base de análisis los scorecards y criterios utilizados en las certificaciones LEED de casas, divididos en seis bloques con los apartados correspondientes a: sitios sustentables, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos y calidad ambiental interior e innovación. (LEED, 2017).

Los contenidos de cada uno de los apartados se conservaron, así como los valores originales, sin embargo, se hizo una selección de cinco indicadores sustentables (OIEA, 2008) en las dimensiones ambiental, social y económica que se encontraran presentes y se alinearan a los objetivos buscados a través de diseño del prototipo de vivienda departamental sustentable propuesto.

Dichos criterios se ubicaron en los contenidos que contenían o guardaban las mismas características o similares en la evaluación y se agregaron e incluyeron en los apartados los indicadores correspondientes que no se acoplaban a los que ya venían preestablecidos con el objetivo de hacer una ponderación y evaluación general de los aspectos contenidos en el diseño del prototipo de vivienda departamental sustentable en la zona conurbada de Tampico-Madero contra una vivienda convencional en la zona conurbada de Tampico y Madero.

Teniendo como resultado que el prototipo de vivienda departamental sustentable cuenta con una mayor calificación que la vivienda convencional, obteniendo la primera 72 de los 127 posibles contra los 27 de la vivienda convencional, teniendo los puntajes más altos en los apartados de energía y atmósfera y calidad ambiental interior, siendo congruentes con el objetivo buscado del desarrollo de un prototipo de vivienda priorizando un confort térmico adecuado para los usuarios y una correcta adecuación al entorno en relación a la energía.

Concluyéndose que la aplicación de estrategias sustentables en la vivienda tiene repercusiones en un mejor desempeño de la edificación, así como en las condiciones de habitabilidad de los espacios interiores, influyendo directamente en la calidad de vida de las personas que la habitan.

PROTOTIPO DE VIVIENDA DEPARTAMENTAL SUSTENTABLE

SITIOS SUSTENTABLES		PUNTAJE: 17/26	
4	Selección del sitio	1	/1
3	Desarrollo de densidad y conectividad con la comunidad	5	/5
	Transporte alternativo- Acceso al transporte público	6	/6
	Transporte alternativo- Almacén de bicicletas y vestidores	0	/2
	Transporte alternativo- Vehículos de baja emisión	0	/3
	Transporte alternativo- Capacidad de estacionamiento	0	/2
3	Desarrollo del sitio- Protección y restauración del hábitat	1	/1
	Desarrollo del sitio – Maximizar el espacio abierto	1	/1
	Diseño de agua de lluvia- Control de cantidad	0	/1
	Diseño de agua de lluvia- Control de calidad	0	/1
2	Reducción de contaminación lumínica	1	/1
	Diseño del inquilino y directrices de construcción	1	/1
1	Disminución del gasto familiar/aumento de plusvalía	1	/1

EFICIENCIA DEL AGUA		PUNTAJE: 4/10	
	Paisajismo con eficiencia del agua	0	/4
	Innovación en tecnologías de aguas residuales	0	/2
	Reducción del uso del agua	4	/4

ENERGÍA Y ATMÓSFERA		PUNTAJE: 26/35	
2	Optimización del rendimiento energético	21	/21
	Energía renovable en sitio	0	/4
	Refrigerante mejorado	0	/2
	Medición y verificación de la construcción base	0	/3
4	Poder verde	2	/2
	Mejor desempeño atmosférico	1	/1
4	Intensidad energética de los hogares	1	/1
2	Bajos costos de operación y mantenimiento	1	/1

MATERIALES Y RECURSOS		PUNTAJE: 9/36	
	Reusó del edificio- Mantener muros existentes, pisos y techos	0	/21
5	Manejo de desechos de construcción	4	/4
	Reusó de material	0	/2
	Contenido reciclado	0	/3
5	Materiales regionales	2	/2
	Madera certificada	0	/1
1	Reducción de la utilización de material	1	/1
1	Menor tiempo de producción	1	/1
3	Eficiencia del suministro	1	/1

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR		PUNTAJE: 8/11	
	Monitoreo de entrega de aire al exterior	1	/1
	Incremento de ventilación	1	/1
	Materiales de baja emisión- Adhesivos y selladores	1	/1
	Materiales de baja emisión- Pinturas y recubrimientos	1	/1
	Materiales de baja emisión- Sistemas del suelo	1	/1
	Materiales de baja emisión- Productos compuestos de madera	0	/1
	Control de fuentes químicas y contaminantes interiores	0	/1
	Controlabilidad de los sistemas: Confort térmico	1	/1
	Luz natural y vistas- Luz natural	1	/1
	Luz natural y vistas- Vistas	1	/1

INNOVACIÓN		PUNTAJE: 8/9	
	Innovación en el diseño	5	/5
	Profesional con acreditación LEED	0	/1
5	Mejorar la educación sustentable	3	/3

TOTAL: 72/127

INDICADORES

1. Reducción de la utilización de material
2. Menor consumo de energía
3. Reducción de riesgos al medio ambiente físico o a la biodiversidad
4. Mejor desempeño atmosférico
5. Consumo de materiales

ambientales

1. Disminución del gasto familiar / Aumento de plusvalía
2. Vivienda
3. Accesibilidad
4. Asequibilidad
5. Mejorar la educación sustentable

sociales

1. Menor tiempo de producción
2. Bajos costos de operación y mantenimiento
3. Eficiencia del suministro
4. Intensidad energética de los hogares
5. Producción

económicos

Tabla 11. Scorecard Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia. Fuente: <<http://www.usgbc.org/LEED/>>

PROTOTIPO DE VIVIENDA CONVENCIONAL

SITIOS SUSTENTABLES			PUNTAJE: 8/26
4	Selección del sitio	0	/1
3	Desarrollo de densidad y conectividad con la comunidad	0	/5
	Transporte alternativo- Acceso al transporte público	6	/6
	Transporte alternativo- Almacén de bicicletas y vestidores	0	/2
	Transporte alternativo- Vehículos de baja emisión	0	/3
	Transporte alternativo- Capacidad de estacionamiento	0	/2
3	Desarrollo del sitio- Protección y restauración del hábitat	0	/1
	Desarrollo del sitio – Maximizar el espacio abierto	1	/1
	Diseño de agua de lluvia- Control de cantidad	0	/1
	Diseño de agua de lluvia- Control de calidad	0	/1
2	Reducción de contaminación lumínica	1	/1
	Diseño del inquilino y directrices de construcción	0	/1
1	Disminución del gasto familiar/aumento de plusvalía	0	/1

EFICIENCIA DEL AGUA			PUNTAJE: 0/10
	Paisajismo con eficiencia del agua	0	/4
	Innovación en tecnologías de aguas residuales	0	/2
	Reducción del uso del agua	0	/4

ENERGÍA Y ATMÓSFERA			PUNTAJE: 5/35
2	Optimización del rendimiento energético	5	/21
	Energía renovable en sitio	0	/4
	Refrigerante mejorado	0	/2
	Medición y verificación de la construcción base	0	/3
	Poder verde	0	/2
4	Mejor desempeño atmosférico	0	/1
4	Intensidad energética de los hogares	0	/1
2	Bajos costos de operación y mantenimiento	0	/1

MATERIALES Y RECURSOS			PUNTAJE: 8/36
5	Reusó del edificio- Mantener muros existentes, pisos y techos	0	/21
	Manejo de desechos de construcción	4	/4
	Reusó de material	0	/2
	Contenido reciclado	0	/3
5	Materiales regionales	2	/2
	Madera certificada	0	/1
1	Reducción de la utilización de material	1	/1
1	Menor tiempo de producción	0	/1
3	Eficiencia del suministro	1	/1

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR			PUNTAJE: 6/11
	Monitoreo de entrega de aire al exterior	0	/1
	Incremento de ventilación	1	/1
	Materiales de baja emisión- Adhesivos y selladores	1	/1
	Materiales de baja emisión- Pinturas y recubrimientos	1	/1
	Materiales de baja emisión- Sistemas del suelo	1	/1
	Materiales de baja emisión- Productos compuestos de madera	0	/1
	Control de fuentes químicas y contaminantes interiores	0	/1
	Controlabilidad de los sistemas: Confort térmico	0	/1
	Luz natural y vistas- Luz natural	1	/1
	Luz natural y vistas- Vistas	1	/1

INNOVACIÓN			PUNTAJE: 0/9
	Innovación en el diseño	0	/5
	Profesional con acreditación LEED	0	/1
5	Mejorar la educación sustentable	0	/3

TOTAL: 27/127

INDICADORES

1. Reducción de la utilización de material
2. Menor consumo de energía
3. Reducción de riesgos al medio ambiente físico o a la biodiversidad
4. Mejor desempeño atmosférico
5. Consumo de materiales

ambientales

1. Disminución del gasto familiar / Aumento de plusvalía
2. Vivienda
3. Accesibilidad
4. Asequibilidad
5. Mejorar la educación sustentable

sociales

1. Menor tiempo de producción
2. Bajos costos de operación y mantenimiento
3. Eficiencia del suministro
4. Intensidad energética de los hogares
5. Producción

económicos

Tabla 12. Scorecard Prototipo de Vivienda Convencional. Elaboración Propia. Fuente: <<http://www.usgbc.org/LEED/>>

4.4. FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN

Por último, se procedió a un análisis de la factibilidad del proyecto a través de la revisión del cumplimiento de los objetivos de lograr un confort térmico más adecuado y por consiguiente una baja en la demanda de energía relacionada con el uso de ventilación artificial.

4.4.1. ANÁLISIS DE CONFORT TÉRMICO

Para la evaluación del cumplimiento de los objetivos en relación a la confort y la energía buscados a través del prototipo de vivienda departamental diseñado se procedió al análisis del confort térmico en los espacios interiores por medio de un análisis de la incidencia de radiación solar a través de una malla de análisis, analizando las ganancias solares internas por radiación, así como el promedio de temperatura interior de los mismos, a través de la simulación y modelado del prototipo en el programa Ecotect.

Se realizó en primera instancia un estudio y análisis general del sombreamiento de la edificación en todas sus fachadas y en conjunto del modelo, el mes seleccionado para el análisis fue el de Agosto a las 2 PM, por ser el mes que, según la información recopilada y estudiada durante la revisión bibliográfica, mostro ser el mes con la temperatura promedio más alta durante el año.

Cómo se observa en el primer gráfico correspondiente a la fachada norte del modelo simulado, la mayor parte de la superficie se encuentra sombreada (gris oscuro), producto del retranqueo de los volúmenes y de los aleros existentes, observándose el mismo comportamiento en el gráfico correspondiente a la fachada Este.

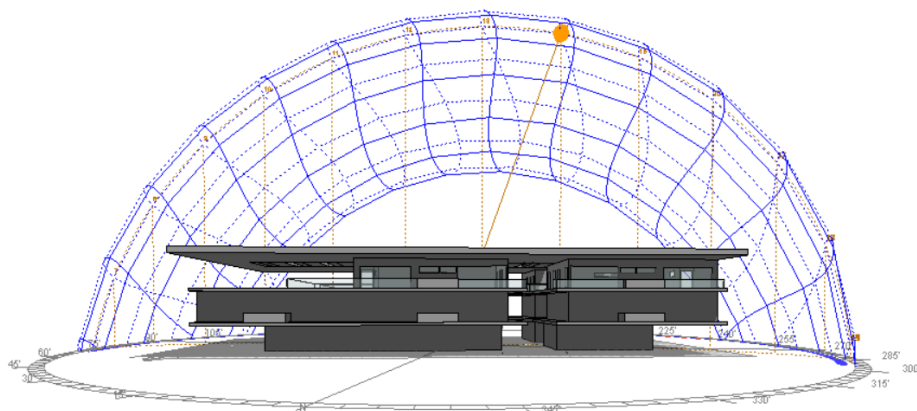


Ilustración 66. Fachada Norte. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

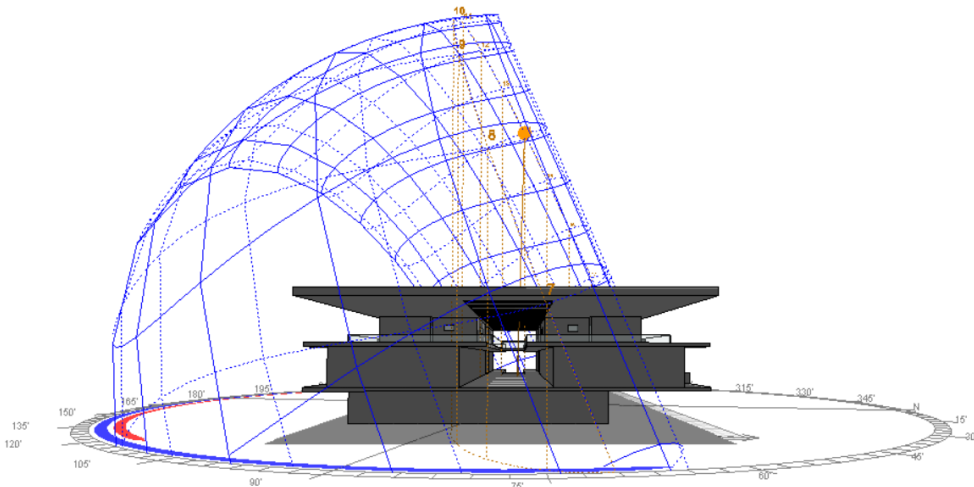


Ilustración 67. Fachada Este. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

Mientras que en la fachada Sur y Oeste, el comportamiento de las sombras resulta igual, teniendo ambas orientaciones protegidas de la ganancia directa de la radiación al estar sombreadas casi en su totalidad.

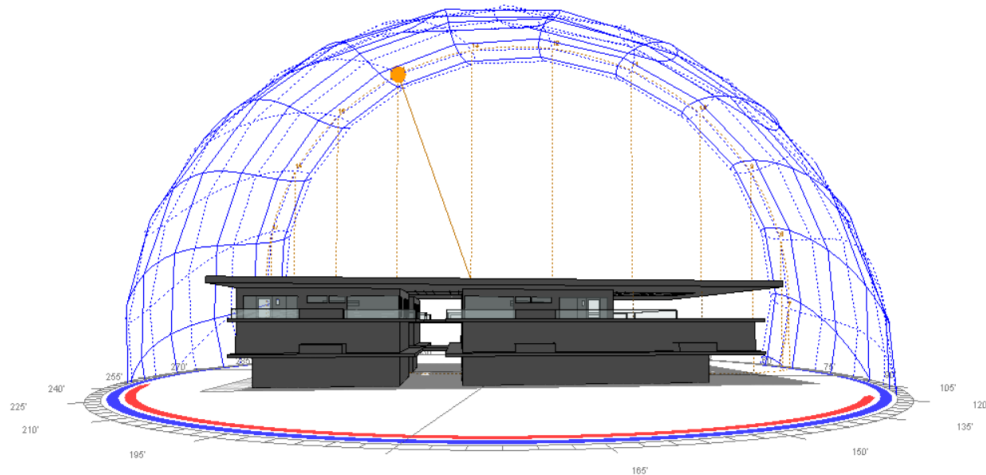


Ilustración 68. Fachada Sur. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

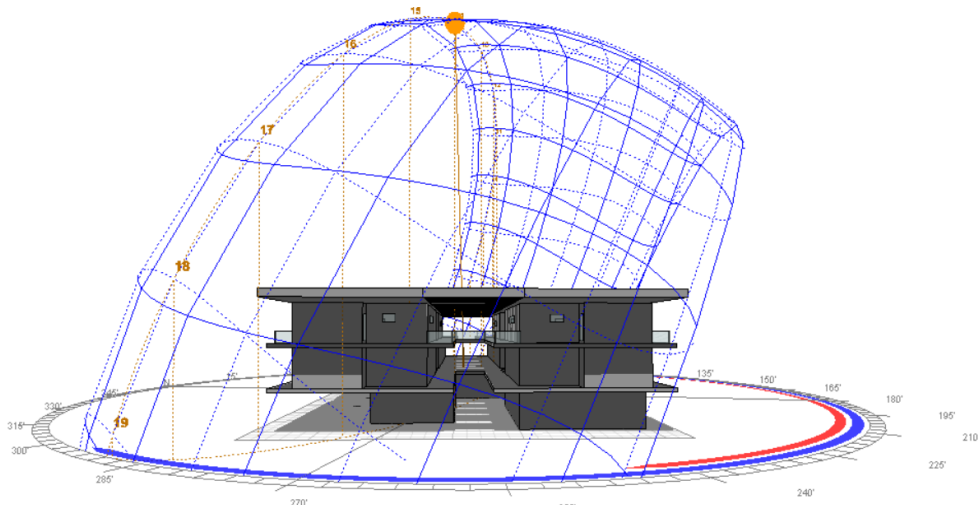


Ilustración 69. Fachada Oeste. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

Observándose en las ilustraciones que todas las fachadas cuentan casi en su totalidad con la superficie sombreada y la fachada oeste es la única que presenta radiación solar directa con una mínima superficie no incidiendo de manera crítica (representada en color gris claro).

Posteriormente a esto, ya en la fase del análisis de las ganancias solares internas se seleccionó el módulo correspondiente a la fachada Este en el nivel tres, por ser la orientación que mostro mayores ganancias solares y el nivel más castigado por las ganancias de radiación solar proveniente de la losa de azotea. En los resultados puede observarse que, con base en la escala mostrada, los niveles de radiación interna son muy bajos, sin considerar en el estudio los paneles móviles al exterior.

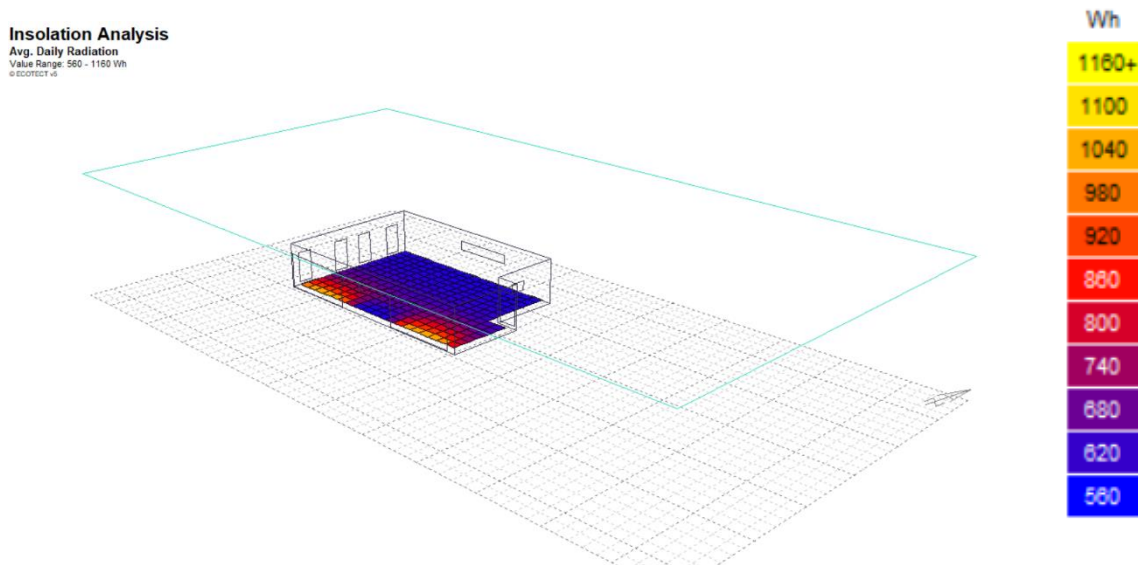


Ilustración 70. Análisis de radiación. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

Al resultar los niveles de radiación al interior bajos y en la gráfica observarse que la mayoría se encuentra la demanda de Wh en 560, al realizar el análisis de confort térmico al interior del módulo, la malla de análisis mostro estar dentro de los 0.20 a 0.60 Watts en casi toda su superficie, según la escala mostrada, representando esta demanda de Watts la cantidad necesaria para mantener el confort en el interior, demostrando el análisis un comportamiento dentro de un rango aceptable de confort, al estar dichas mediciones en los valores promedios de la misma.

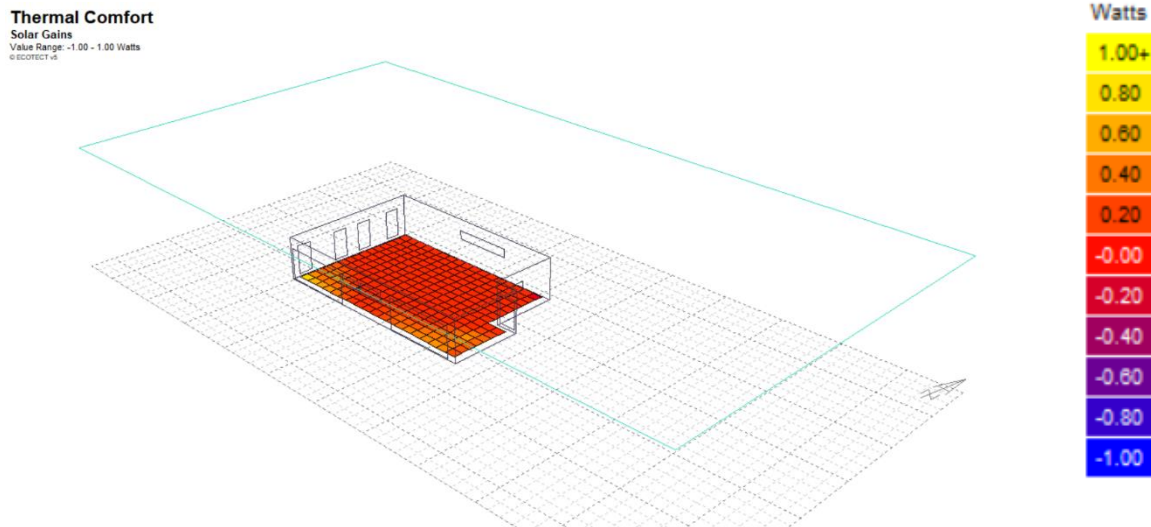


Ilustración 71. Análisis de confort térmico. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

Analizando de manera particular la temperatura promedio del interior, se tomó el mes de julio para el estudio, debido a que las mediciones en el diseño de experimentos fueron hechas en dicho mes, con el objetivo de tener una comparación más real y cercana posible.

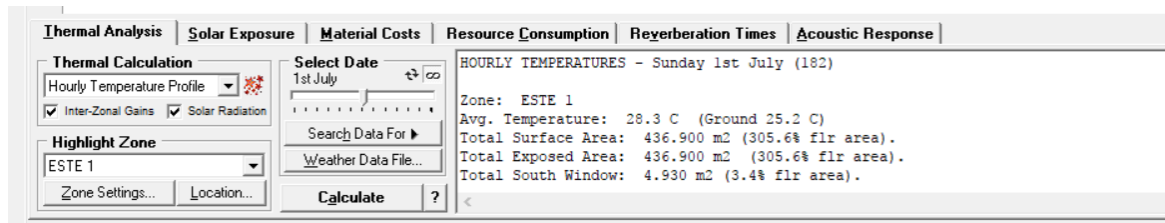


Ilustración 72. Temperatura Promedio. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect.

Los resultados que se obtuvieron fue que la temperatura promedio en el interior del módulo en la fachada Este del tercer nivel es de 28.3 °C estando bastante aproximado a los parámetros de confort de Olygyay de 20/21°C a 28 °C, al igual que los de Givoni de 19.5 °C a 27 °C y de los parámetros específicos de la ZCTM de 21°C a 27°C, habiendo una mejora comparada con la temperatura promedio registrada en los departamentos convencionales en Cd. Madero de 31.2 °C, con una reducción de 2.9 grados.

4.4.2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En este apartado se procedió a realizar un análisis de la demanda total de refrigeración entre la propuesta arquitectónica diseñada contra el mismo diseño sin la aplicación de las consideraciones

medioambientales orientadas a la energía con el objetivo de hacer un comparativo entre ambas, mediante el programa DesignBuilder a través de un análisis anual de las demandas, partiendo del supuesto que una correcta adecuación al entorno y la aplicación de las estrategias seleccionadas ayudan a tener un comportamiento más adecuado de la edificación en relación a la energía, dado que al disminuir las ganancias de calor al interior de las viviendas y mejorarse con esto el confort térmico en los espacios interiores, la necesidad del uso de la ventilación artificial para contrarrestar el calor en los mismos se reduce, traduciéndose en una eficiencia energética más adecuada y existiendo una relación directa entre el confort y dicha eficiencia en la zona particular de estudio, a continuación se muestra el modelo simulado dentro de la interfaz del programa.

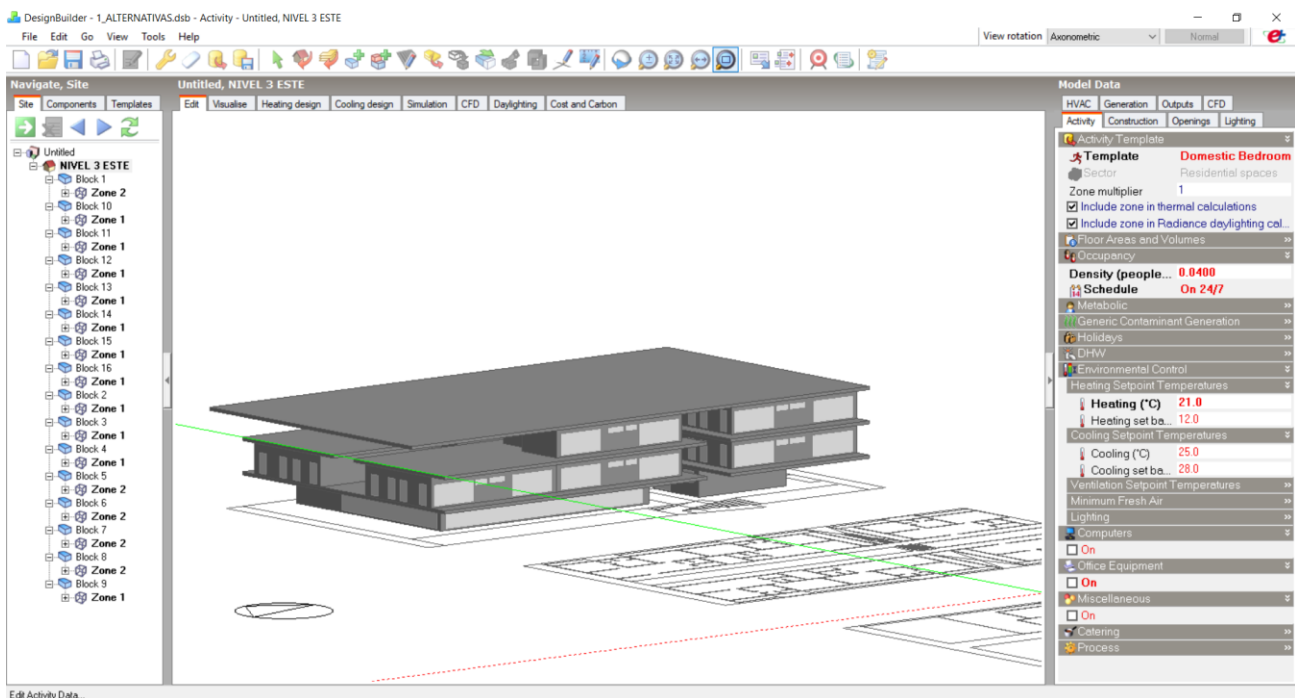


Ilustración 73. Análisis prototipo de vivienda departamental propuesto. Elaboración Propia. DesignBuilder.

Para esto se hizo el modelo esquemático del prototipo de vivienda departamental, considerando muros de block en muros, acristalamiento sencillo en las ventanas y el uso de un sistema de aire acondicionado convencional, arrojando los siguientes resultados en las gráficas correspondientes

Como se observa en la gráfica de la demanda anual de refrigeración del prototipo, los valores más altos que se arrojaron se encuentran en los meses comprendidos entre abril a julio, siendo la mayor demanda 0.77 KWh/m² en mayo.

EDIFICIO	
MESES	REFRIGERACIÓN
ENERO	0.00
FEBRERO	0.05
MARZO	0.28
ABRIL	0.42
MAYO	0.77
JUNIO	0.56
JULIO	0.29
AGOSTO	0.17
SEPTIEMBRE	0.19
OCTUBRE	0.13
NOVIEMBRE	0.00
DICIEMBRE	0.00

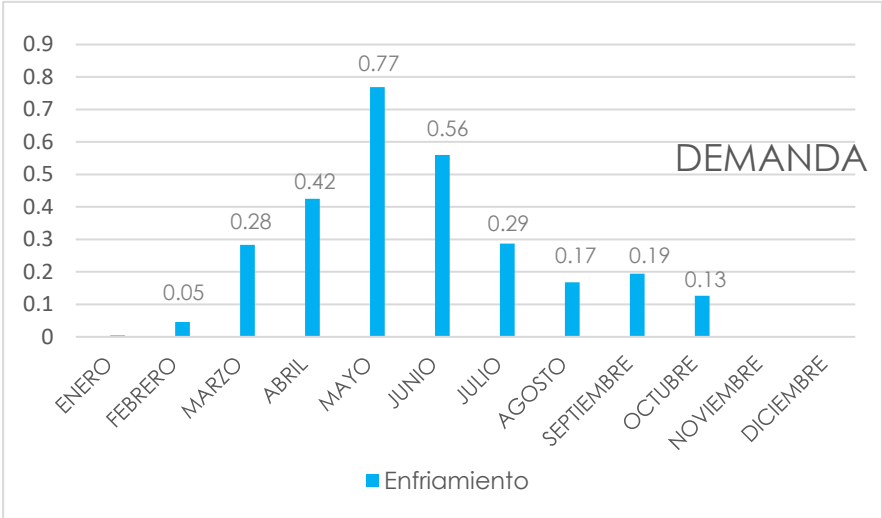


Ilustración 74. Gráfica de demandas de refrigeración con alternativas.Elaboración Propia. DesignBuilder.

Posteriormente se pasó a realizar el comparativo de la demanda anual de refrigeración por medio del análisis del mismo modelo esquemático pero considerando muros con el Panel Hebel ACC-4 en muros, doble acristalamiento en las ventanas y el uso de sistema de enfriamiento gratuito (free-cooling) aunado al sistema de aire acondicionado convencional, con el objetivo de reducir el consumo energético por medio del acondicionamiento del interior tomando aire exterior cuando las condiciones exteriores son favorables, disminuyendo así el uso de los equipos de enfriamiento, arrojando los resultados siguientes.

EDIFICIO MEJORAS	
MESES	REFRIGERACIÓN
ENERO	0.00
FEBRERO	0.04
MARZO	0.22
ABRIL	0.34
MAYO	0.56
JUNIO	0.36
JULIO	0.13
AGOSTO	0.08
SEPTIEMBRE	0.14
OCTUBRE	0.07
NOVIEMBRE	0.00
DICIEMBRE	0.00

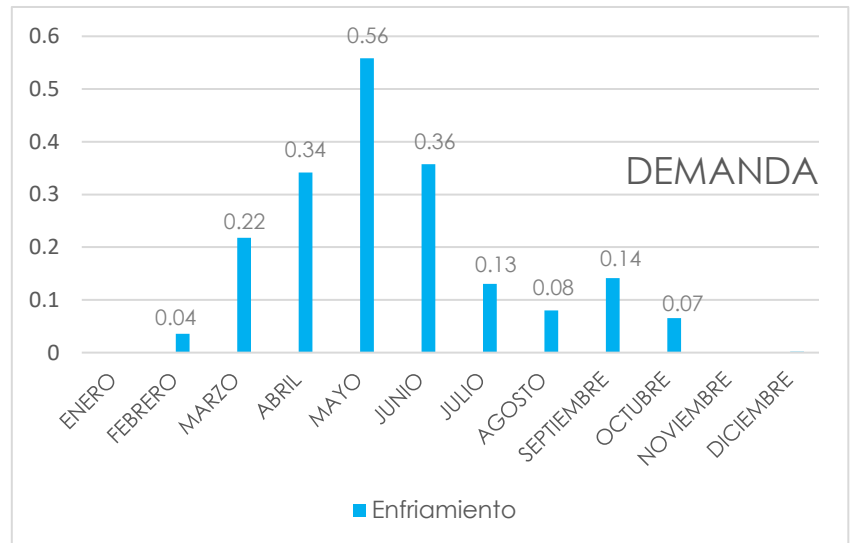


Ilustración 75. Gráfica de demandas de refrigeración sin alternativas.Elaboración Propia. DesignBuilder.

Con los resultados que se obtuvieron en el análisis con la aplicación de las mejoras al prototipo de vivienda departamental, se observa que de manera general se logró una reducción en la demanda de refrigeración total anual durante el análisis, lográndose una reducción del 0.21 KWh/m^2 en el mes de Mayo con la demanda más alta pasando de 0.77 KWh/m^2 a 0.56 KWh/m^2 , y donde puede observarse en general existe una disminución de la demanda y un aumento de la eficiencia energética producto de las aplicaciones orientadas a mejorar el rendimiento, al necesitarse un menor uso de la ventilación artificial por medio del uso del aire acondicionado para el confort del prototipo, al observarse que en las gráficas el valor máximo alcanzado ronda los 0.90 KWh/m^2 y con las mejoras el máximo llega a 0.60 KWh/m^2 .

Un edificio clasificado como de alta eficiencia energética tiene un consumo anual de energía inferior a 60 KWh/m^2 , partiendo de dicha información por medio de la página HowManyTrees.org, se hizo el cálculo de manera sencilla del coste ecológico en árboles, dando como resultado que para una habitación de 20 m^2 y un consumo máximo de 60 KWh/m^2 , se ahorran 2091g de CO_2 , el equivalente a 76 árboles. (Ombellini, S. 2016).

Esta disminución en la demanda es importante y se puede ver reflejada de una manera más clara al hacer un ejercicio de equivalencia, donde si partimos del mayor consumo anual de refrigeración de 0.56 KWh/m^2 en el mes de mayo, tomando un módulo de departamento de 130 m^2 equivale a 72.8 KWh/m^2 totales por módulo de departamento, lo que equivaldría a 92 árboles y un ahorro de 2537g de CO_2 , suponiendo un ahorro de 35 árboles más y 951g de CO_2 haciendo el comparativo con el consumo de 0.77 KWh/m^2 y las equivalencias correspondientes en el mismo mes que supondría un consumo de 100 KWh/m^2 totales.

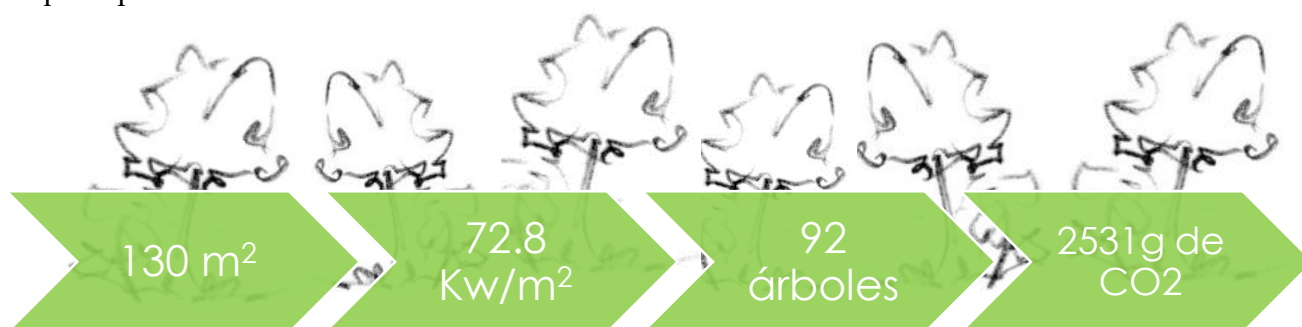


Ilustración 76. Gráfica ahorro de CO_2 .Elaboración Propia.

De esta manera se comprueba que la aplicación de consideraciones medioambientales orientadas a la energía en el prototipo de vivienda departamental desarrollado efectivamente aumentan la eficiencia energética del mismo partiendo en primera instancia por un confort térmico más adecuado.

4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos en los apartados de la propuesta aplicativa del proyecto así como en la factibilidad y aplicación del mismo, puede concluirse que la aplicación de tanto de estrategias bioclimáticas tanto pasivas como activas orientadas a la disminución de las ganancias solares por radiación, la protección de la misma al interior de la vivienda así como el aprovechamiento y una correcta adecuación de las condiciones del entorno por medio de la tipología de la edificación, la selección de ventanas, el aislamiento en la envolvente y la ventilación, contribuyen a un aumento de una adecuada sensación térmica al interior de las viviendas y por consecuente una disminución en la demanda de refrigeración por el uso del aire acondicionado durante el año.

Por otro lado, es importante destacar que actualmente la normativa referente a las alturas permitidas en la tipología de vivienda departamental correspondiente al proyecto desarrollado, no debe sobrepasar los 9.00 metros en su totalidad, sin embargo con base al análisis de la información durante el aumento de la altura en el interior tienen efectos positivos en la circulación del aire y un confort térmico más adecuado al interior de la vivienda, siendo aconsejable que se revisara dicho aspecto de la normativa.

Es recomendable que la forma del edificio busque ser dispersa y poco compacta, para contribuir a la circulación del aire por la edificación que junto con la existencia de patios interiores y la creación de cubos de ventilación, hacen posible la existencia permanente de corrientes de aire por el edificio, garantizando la ventilación cruzada al interior de los módulos de departamentos, protegiendo de la radiación por medio de aleros y con menores superficies acristaladas en las fachadas Este y Oeste.

La selección de ventanas se hizo con base en las características funcionales en recambio de aire y aplicaciones de protecciones exteriores que resultaran óptimas, con el objetivo de procurar una buena circulación del aire interior y la posibilidad de aplicación de aleros o protecciones contra el sol, seleccionándose tres tipos para diferentes áreas, de abrir o rebatir, oscilo batiente y plegable, complementadas con un marco con rotura de puente térmico y doble acristalamiento para obtener mejor desempeño en aislamiento térmico al interior de la vivienda, sin embargo, las ventanas suponen todo un sistema por lo que es importante considerar aspectos como la instalación, mano de obra y la utilización de aislantes para evitar las filtraciones de aire no deseadas y garantizar la hermeticidad.

Por otro lado, un aspecto fundamental del proyecto es la protección de ganancias solares por radiación en la envolvente, por lo que la selección de un material aislante como lo es el Panel ACC-4 Hebel, garantiza una mejor respuesta ante las ganancias de calor, que, combinado junto una ventilación cruzada en los espacios interiores y un sistema de enfriamiento gratuito, mejora el rendimiento energético de la edificación al mejorarse la sensación térmica en el interior de las viviendas, logrando así un ahorro económico en las tarifas eléctricas por el uso excesivo de la ventilación artificial mejorando la calidad de vida de los usuarios relacionada directamente con la economía de los hogares.

Un punto importante para garantizar la propuesta es el desarrollo de un manual para los usuarios, donde se explique el proyecto, sus características, beneficios e instrucciones para el funcionamiento del mismo, garantizando así el desempeño óptimo de los sistemas y estrategias utilizadas y un aumento de la cultura de la sustentabilidad arquitectónica en la ZCTM.

De igual manera es importante que se hagan los estudios técnicos necesarios en relación al cálculo de los volúmenes de caudales que se necesitan por área para garantizar una correcta calidad del aire en los espacios interiores y a la selección de los equipos necesarios.

Con la aplicación de todas estas acciones en conjunto se pretende mejorar el confort térmico al interior de las viviendas y tener una eficiencia energética más adecuada, con el objetivo que la cultura de la sustentabilidad y la aplicación de estrategias sustentables en la vivienda se dé a conocer entre los usuarios del proyecto y se socialicen los efectos de las tecnologías en la comunidad, haciéndose conciencia de los impactos que tiene la sustentabilidad en la vivienda y sea referente para casos futuros en la zona.

La aplicación de técnicas para el análisis y comprobación de la eficiencia energética de las edificaciones por medio de un modelado, así como de la garantía de un confort térmico adecuado en el interior de las viviendas debería empezar a implementarse como un requisito para las nuevas construcciones, para garantizar a los usuarios espacios habitables y a su vez una edificación que cumpla con los estándares y lineamientos de sustentabilidad que comienzan a aplicarse a nivel internacional.

5. BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE, *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (2001). ASHRAE handbook fundamentals. Atlanta, EU.
- Critchfield, H. (1974). *Climate and human confort*, en General Climatology. Prentice- Hall.
- Edificación Sostenible. (2010) *Buenas Prácticas*. Asociación española de Promotores Públicos de Vivienda y Suelo. España.
- Edwards, B. (2005). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona. Gustavo Gili.
- Givoni, B. (1998) *Climate considerations in building and urban design*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Guevara, J. y Jiménez, B. (1993). *Psicología social y entorno*. Puebla. Universidad Autónoma de Puebla, Departamento Editorial. Facultad de Psicología y Consejo Ecológico de Participación Ciudadana.
- Grupo Atelier (2017). *Rinconada del Rosario*. Tonalá, México.
- Landázuri, M. y J. Mercado (2004). *Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda*. Medio Ambiente y Comportamiento Humano. Vol. 5. Núms. 1 y 2. Tenerife: Facultad de Psicología. Universidad de la Laguna.
- López, H. (2009). *Nivel Socioeconómico AMAI*. Comité Niveles Socioeconómicos AMAI. Instituto de Investigaciones Sociales SC.
- Mayorga, J. (2012). *Arquitectura y Confort Térmico. Teoría, cálculo y ejercicios*. Madrid, España.
- Neila, J. y Acha R., C. (2013). *Acondicionamiento ambiental y habitabilidad del espacio arquitectónico*. Madrid, Munilla-Lería.
- Neila, J. (2004). *Arquitectura Bioclimática En Un Entorno Sostenible*. Madrid. Munilla-Leira.
- Olgyay, V. (1998). *“Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas”*. Barcelona: Gustavo Gili
- R. Ayuntamiento de Tampico. (2015). *Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas*. Gobierno del Estado.
- Roux R., Espuna J. & García V. (2010). *Manual Normativo para el Desarrollo de la Vivienda Sustentable de Interés social en México*. México, D.F.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
- SEDATU (2017). *Proyecto Piloto: Aquí se construyen 18 viviendas con eficiencia energética bajo el concepto de la NAMA de vivienda sustentable Mexicana*. Comisión Nacional de Vivienda. Tonalá, México.
- Tetreault, V. (2004). *Una taxonomía de modelos de desarrollo sustentable*. Espiral. Estudios sobre estado y sociedad. Universidad de Guadalajara. México. Enero / Abril. Vol. X. Número 029. (pp. 45 – 80).

5.1 CONSULTA ELECTRÓNICA

- ArchDaily México (2013). *Foster + Partners completa su primer proyecto en Sudamérica: Departamentos Sustentables Faena Aleph* [Faena Aleph Residences / Foster + Partners]. (Trad. Franco, José Tomás) [En línea]. Dirección URL:< <http://www.archdaily.mx/mx/02-231645/foster-partners-completa-su-primer-proyecto-en-sudamerica-departamentos-sustentables-faena-aleph> /> [Consulta: 16 abril 2016].
- ArchDaily México (2014). *Mountain Dwellings / BIG & JDS*. [En línea]. Dirección URL:< <http://www.archdaily.mx/mx/02-338873/mountain-dwellings-big-and-jds> /> [Consulta: 16 abril 2016].
- ASEFAVE (2014). *Guía técnica de ventanas para la certificación energética de edificios*. [En línea]. Dirección URL: < http://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/06/guia_tecnica_ventanas.pdf /> [Consulta: 14 diciembre 2015].
- Bueno J. (2015). *El edificio 'verde' más alto del mundo estará en Bilbao y no en Nueva York*. El Mundo. Madrid. España. [En línea]. Dirección <<http://www.elmundo.es/economia/2015/09/09/55f00259ca4741576f8b4575.html>/> [Consulta: 6 noviembre 2016].
- Casiopea. (2012). *Edificio Tamarindos*. México DF, México / Garduño Arquitectos. [En línea]. Dirección URL: <http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Edificio_Tamarindos_-_Mexico_DF,_Mexico/_Gardu%C3%B1o_Arquitectos/> [Consulta: 23 abril 2016].
- CONAVI, SEMARNAT (2008) *Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático*. [En línea]. Dirección URL: <http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/Programa_Especifico_de_Desarrollo_Habitacional_Sustentable_ante_el_Cambio_Climatico.pdf/> [Consulta: 17 octubre 2015].
- CTE. Código técnico de la edificación (2015). *Documento Básico HS. Salubridad*. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>/> [Consulta: 14 diciembre 2015].
- DIGAOM (S.F). *Tampico, Tamaulipas*. Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. SEMAR. [En línea]. Dirección URL:< <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioTampico.pdf> />. [Consulta: 15 julio 2017].
- El UNIVERSAL, Compañía Periodística Nacional. (2007). *Problemática de la arquitectura sustentable: no es económica sino cultural*. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.teorema.com.mx/sostenibilidad/problematica-de-la-arquitectura-sustentable-no-es-economica-sino-cultural/> /> [Consulta: 28 febrero 2015].
- Fuentes, V. (S.F). *Los Grados-Día como herramienta de diseño bioclimático par el ahorro de energía en las edificaciones*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Tamaulipas, México. [En línea]. Dirección URL:< https://www.academia.edu/15228970/Los_Grados-Dia_como_herramienta_de_dise%C3%B1o_bioclimatico/ />. [Consulta: 15 julio 2017].

- FUNDACIÓN CIDOC, Centro de Investigación y Documentación de la Casa, A.C, SHF, (2014). *Estado Actual de la Vivienda en México 2014*. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.conorevi.org.mx/pdf/EAVM2014.pdf>> [Consulta: 17 octubre 2015].
- FUNDACIÓN EOI, (2007). *Informe Regional sobre Modelos de Construcción Sostenible en Andalucía*. [En línea]. Dirección URL: <<https://books.google.com.mx/books?id=1rOUwCBA1X0C&pg=PA31&dq=arquitectura+sustentable+y+materiales&hl=es419&sa=X#v=onepage&q=arquitectura%20sustentable%20y%20materiales&f=false>> [Consulta: 04 mayo 2016].
- Gallardo, L. (2013). *Ser humano, lugar y eficiencia energética como fundamentos proyectuales en las estrategias arquitectónicas*. *Revista de Arquitectura*, vol. 15, enero-diciembre, 2013, pp. 62-69 Universidad Católica de Colombia Bogotá, Colombia. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.redalyc.org/pdf/1251/125130521007.pdf>> [Consulta: 04 mayo 2016].
- Giuliano P. (2008). *Edificio Habitacional para estudiantes en París. /OFIS*. ArchDaily México. [En línea]. Dirección URL:< <http://www.archdaily.mx/mx/02-12897/edificio-habitacional-para-estudiantes-en-paris-ofis/>> [Consulta: 15 octubre 2016].
- Giuliano P. (2009). *100k / Mario Cucinella Arquitectos*. ArchDaily México. [En línea]. Dirección URL:< <http://www.archdaily.mx/mx/02-17004/100k-mario-cucinella-arquitectos/>> [Consulta: 16 abril 2016].
- Gómez, G., Bojórquez, G., Ruiz, R. (2007). *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*. Palapa. Vol. II, núm. I, enero-junio, 2008 pp. 45-57. Universidad de Colima, México. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.redalyc.org/pdf/948/94820107.pdf>> [Consulta: 16 octubre 2016].
- Hernández, S. (2008). *El diseño Sustentable como Herramienta para el Desarrollo de la Arquitectura y Edificación en México*. Acta Universitaria. Vol. 18, núm. 2, mayo-agosto, 2008, pp. 18-23. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.redalyc.org/pdf/416/41618203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 16 octubre 2016].
- Huellas de arquitectura (2013). *El factor de forma como estrategia de diseño*. [En línea]. Dirección URL:< <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2013/05/24/el-factor-de-forma-como-estrategia-de-diseno/>>. [Consulta: 6 noviembre 2016].
- Huellas de arquitectura (2013). *Recomendaciones de diseño en función del clima*. [En línea]. Dirección URL:< <https://huellasdearquitectura.wordpress.com/2013/05/24/recomendaciones-de-diseno-en-funcion-del-clima/>>. [Consulta: 6 noviembre 2016].
- IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2012). *Guía Técnica. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*. [En línea]. Dirección URL: <http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_09_Guia_tecnica_ahorro_y_recuperacion_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf> [Consulta: 8 agosto 2017].
- Idealista/news. (2015, Octubre 23). Claves de la ‘Casa Pasiva’: Confort. [Archivo de video]. Recuperado de :< <https://www.youtube.com/watch?v=XbP-rkVqAMY>>.

- Idealista/news. (2015, Octubre 23). Claves de la ‘Casa Pasiva’: Recuperador de Calor. [Archivo de video]. Recuperado de :< <https://www.youtube.com/watch?v=vJK03ewRvew/>>.
- Idealista/news. (2015, Octubre 23). Claves de la ‘Casa Pasiva’: Ventanas de altas prestaciones. [Archivo de video]. Recuperado de :< <https://www.youtube.com/watch?v=bpQSbARdkUg/>>.
- INEGI. (2015). *Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. [En línea]. Dirección URL: <http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAMS_ANUARIO_PDF15.pdf/> [Consulta: 30 octubre 2016].
- INEGI. (2017). *Unidad de Medida y Actualización (UMA)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/uma/default.aspx/>> [Consulta: 22 junio 2017].
- Irulegi, O., Serra, A. (2012). Herramientas de análisis climático y estrategias de proyecto. En R. Hernández Minguillón, O. Irulegi, M. Aranjuelo Fernández-Miranda (Eds.) *Arquitectura Ecoeficiente* (Tomo I, pp. 65 – 96). San Sebastián, España. Servicio Editorial de la UPV/ EHU. [Consulta: 10 diciembre 2016].
- LEED. (2017). *Resources*. Leadership in Energy and Environmental Design. [En línea]. Dirección URL: < <https://www.usgbc.org/resources/>> [Consulta: 22 junio 2017].
- Laboratorio arquitectura básica mx. (S.F). [En línea]. Dirección URL: <<http://labmx.blogspot.mx/2011/04/taller-de-construccion-de-muros-de-paja.html> /> [Consulta: 14 noviembre 2015].
- López, M. (2003). *Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura*. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, México. [En línea]. Dirección URL: <http://ubonline.ags.up.mx/librosdigitales/ESTRATEGIAS_BIOCLIMATICAS_EN_ARQUITECTURA.pdf/> [Consulta: 04 mayo 2016].
- López S. (2016). *Una modesta cooperativa de 80 pisos demuestra que otra forma de construir es posible*. Ediciones El País.S.L. [En línea]. Dirección URL:<http://economia.elpais.com/economia/2016/07/07/actualidad/1467908257_604743.html> [Consulta: 23 junio 2016].
- Manzano. L, Marrero D. y Castillo D. (2016). *Edificio Bolueta: así se construye en Bilbao el residencial passivhaus más alto del mundo*. Idealista. News. [En línea]. Dirección <<https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2016/10/26/744036-edificio-bolueta-asi-se-construye-en-bilbao-el-residencial-passivhaus-mas-alto-del/>> [Consulta: 6 noviembre 2016].
- Moreno, S. (2008). *La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida*. Palapa, Vol. III, núm. II, julio-diciembre, 2008, pp. 47-54. Universidad de Colima, México. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf/>> [Consulta: 9 noviembre 2015].

- Morillón, D. (2011). *Edificación Sustentable en México: Retos y Oportunidades*. México. [En línea]. Dirección URL: < http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/morillon/trabajo_final.pdf> [Consulta: 27 junio 2017].
- OIEA. (2008). *Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías*. Organismos Internacional de Energía Atómica. Austria. [En línea]. Dirección URL: < http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222s_web.pdf> [Consulta: 10 junio 2016].
- Ombellini, S. (2016). *Cuántos árboles salvados viajando con Ecobnb*. [En línea]. Dirección <<https://es.ecobnb.com/blog/arboles-salvas-viajando/>> [Consulta: 15 julio 2017].
- PEP Plataforma Edificación Passivhaus (2014). *Folleto Explicativo Passivhaus*. [En línea]. Dirección URL: < http://plataforma-pep.s3.amazonaws.com/documents/documents/000/000/207/original/folletoPASSIVHAUS_Visualizar.pdf> [Consulta: 14 diciembre 2015].
- Plataforma Arquitectura (2015). *The Interlace/OMA. [The Interlace. /OMA/Ole Scheeren]. (Trad. Uribe, Begoña)*. [En línea]. Dirección URL:<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766765/the-interlace-oma#=_/>. [Consulta: 30 octubre 2016].
- SEMARNAT (2007) *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. [En línea]. Dirección URL:<http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores//informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/yelmedioambiente_completo_v08.pdf> [Consulta: 28 febrero 2015].
- Sherwin C. (2012) en *The Guardian*. *Sustainability is 'the ultimate design brief'*. Dirección URL: < <http://www.theguardian.com/sustainable-business/blog/sustainability-sustainable-design-products>> [Consulta: 28 febrero 2015].
- SHF, Sociedad Hipotecaria Federal (2016). *Dirección de Estudios Económicos de la Vivienda. Demanda de vivienda 2016*. [En línea]. Dirección URL: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/146194/Demanda_2016.pdf> [Consulta: 1 mayo 2017].
- Twenergy. (2012). *Sayab: la urbanización más sostenible de Colombia*. [En línea]. Dirección URL:<<http://twenergy.com/co/a/sayab-la-urbanizacion-mas-sostenible-de-colombia-626/>> [Consulta: 17 abril 2016].
- UNEP (2009). *Building and Climate Change. Summary for decision-makers*. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCIBCCSummary.pdf>> [Consulta: 17 octubre 2015].
- VENSTER.Puertas y Ventanas. (2017). *Series Cortizo*. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.venster.com.mx/colecciones/#/cortizo/>> [Consulta: 17 junio 2017].

5.2 RECURSOS GRÁFICOS

5.2.1. ILUSTRACIONES

Ilustración 1. SEMARNAT (2007) *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. [En línea]. Dirección URL:<
http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie_yelmedioambiente/yelmedioambiente_completo_v08.pdf> [Consulta: 28 febrero 2015].

Ilustración 2. ArchDaily México (2014). *Mountain Dwellings / BIG & JDS*. [En línea]. Dirección URL:<
<http://www.archdaily.mx/mx/02-338873/mountain-dwellings-big-and-jds/>> [Consulta: 16 abril 2016].

Ilustración 3. ArchDaily México (2014). *Mountain Dwellings / BIG & JDS*. [En línea]. Dirección URL:<
<http://www.archdaily.mx/mx/02-338873/mountain-dwellings-big-and-jds/>> [Consulta: 16 abril 2016].

Ilustración 4. 100k / Mario Cucinella Arquitectos. [En línea]. Dirección URL:<
<http://www.mcarchitects.it/project/la-casa-100k-/>> [Consulta: 16 abril 2016].

Ilustración 5. *Una modesta cooperativa de 80 pisos demuestra que otra forma de construir es posible*. [En línea]. Dirección URL:<
http://economia.elpais.com/economia/2016/07/07/actualidad/1467908257_604743.html> [Consulta: 23 junio 2016].

Ilustración 6. *Una modesta cooperativa de 80 pisos demuestra que otra forma de construir es posible*. [En línea]. Dirección URL:<
http://economia.elpais.com/economia/2016/07/07/actualidad/1467908257_604743.html> [Consulta: 23 junio 2016].

Ilustración 7. Plataforma Arquitectura (2015). *The Interlace/OMA*. [The Interlace. /OMA/Ole Scheeren]. (Trad. Uribe, Begoña). [En línea]. Dirección URL:<
http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766765/the-interlace-oma#=_/>. [Consulta: 30 octubre 2016].

Ilustración 8. Giuliano P. (2008). *Edificio Habitacional para estudiantes en París. /OFIS*. ArchDaily México. [En línea]. Dirección URL:<
<http://www.archdaily.mx/mx/02-12897/edificio-habitacional-para-estudiantes-en-paris-ofis/>> [Consulta: 15 octubre 2016].

Ilustración 9. Manzano. L, Marrero D. y Castillo D. (2016). *Edificio Bolueta: así se construye en Bilbao el residencial passivhaus más alto del mundo*. Idealista. News. [En línea]. Dirección URL:<
<https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2016/10/26/744036-edificio-bolueta-asi-se-construye-en-bilbao-el-residencial-passivhaus-mas-alto-del/>> [Consulta: 6 noviembre 2016].

Ilustración 10. ArchDaily México (2013). *Foster + Partners completa su primer proyecto en Sudamérica: Departamentos Sustentables Faena Aleph*. [Faena Aleph Residences / Foster + Partners]. (Trad. Franco, José Tomás) [En línea]. Dirección URL:<
<http://www.archdaily.mx/mx/02-231645/foster-partners-completa-su-primer-proyecto-en-sudamerica-departamentos-sustentables-faena-aleph/>> [Consulta: 16 abril 2016].

- Ilustración 11. ArchDaily México (2013). *Foster + Partners completa su primer proyecto en Sudamérica: Departamentos Sustentables Faena Aleph*. [Faena Aleph Residences / Foster + Partners]. (Trad. Franco, José Tomás) [En línea]. Dirección URL: <<http://www.archdaily.mx/mx/02-231645/foster-partners-completa-su-primer-proyecto-en-sudamerica-departamentos-sustentables-faena-aleph>> [Consulta: 16 abril 2016].
- Ilustración 12. Twenergy. (2012). *Sayab: la urbanización más sostenible de Colombia*. [En línea]. Dirección URL: <<http://twenergy.com/co/a/sayab-la-urbanizacion-mas-sostenible-de-colombia-626/>> [Consulta: 17 abril 2016].
- Ilustración 13. *Laboratorio arquitectura básica mx*. [En línea]. Dirección URL: <<http://labmx.blogspot.mx/2011/04/taller-de-construccion-de-muros-de-paja.html>> [Consulta: 14 noviembre 2015].
- Ilustración 14. *Laboratorio arquitectura básica mx*. [En línea]. Dirección URL: <<http://labmx.blogspot.mx/2011/04/taller-de-construccion-de-muros-de-paja.html>> [Consulta: 14 noviembre 2015].
- Ilustración 15. Casiopea. (2012). *Edificio Tamarindos*. México DF, México / Garduño Arquitectos. [En línea]. Dirección URL: <http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Edificio_Tamarindos_-_Mexico_DF,_Mexico/_Gardu%C3%B1o_Arquitectos/> [Consulta: 23 abril 2016].
- Ilustración 16. Casiopea. (2012). *Edificio Tamarindos*. México DF, México / Garduño Arquitectos. [En línea]. Dirección URL: <http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Edificio_Tamarindos_-_Mexico_DF,_Mexico/_Gardu%C3%B1o_Arquitectos/> [Consulta: 23 abril 2016].
- Ilustración 17. SEDATU (2017). *Proyecto Piloto: Aquí se construyen 18 viviendas con eficiencia energética bajo el concepto de la NAMA de vivienda sustentable Mexicana*. Comisión Nacional de Vivienda. Tonalá, México.
- Ilustración 18. Grupo Atelier (2017). *Rinconada del Rosario*. Tonalá, México.
- Ilustración 19. INEGI. (2015). *Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. [En línea]. Dirección URL: <http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAMS_ANUARIO_PDF15.pdf/> [Consulta: 30 octubre 2016].
- Ilustración 20. *Grados Días de Enfriamiento y Calefacción*. Elaboración Propia. <http://www.degreedays.net/>. [2016].
- Ilustración 21. INEGI. (2015). *Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. [En línea]. Dirección URL: <http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAMS_ANUARIO_PDF15.pdf/> [Consulta: 30 octubre 2016].
- Ilustración 22. *Mapa de Severidad Climática en Verano del Estado de Tamaulipas*. Elaboración Propia. [2016].
- Ilustración 23. Irulegi, O., Serra, A. (2012). Herramientas de análisis climático y estrategias de proyecto. En R. Hernández Minguillón, O. Irulegi, M. Aranjuelo Fernández-Miranda (Eds.)

Arquitectura Ecoeficiente (Tomo I, pp. 65 – 96). San Sebastián, España. Servicio Editorial de la UPV/ EHU. [Consulta: 10 diciembre 2016].

Ilustración 24. *Rangos de Temperatura*. Elaboración Propia. Fuente: Climate Consultant 6.0.[2017].

Ilustración 25. *Etapas Diseño Metodológico*. Elaboración Propia. [2017].

Ilustración 26. *Diagrama de Etapas del Proyecto*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 27. Desarrollo Puntoasterisco. (2014). *Patria 163*. [En línea]. Dirección URL: <<http://patria163.com/departamentos/>> [Consulta: 16 junio 2016].

Ilustración 28. DV CIANCA. *Tre Alberta. Torre Sustentable. Departamento 2*. [En línea]. Dirección URL: <http://www.trealberta.com.mx/files/ficha_depa_2.pdf /> [Consulta: 30 junio 2016].

Ilustración 29. DV CIANCA. *Tre Alberta. Torre Sustentable. Departamento 8*. [En línea]. Dirección URL: <http://www.trealberta.com.mx/files/ficha_depa_8.pdf /> [Consulta: 30 junio 2016].

Ilustración 30. *Gráfico de Hallazgos Entrevistas*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 31. *Gráficos Panorama General de la Vivienda*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 32. *Gráficos Percepción del Usuario con su Vivienda*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 33. *Gráficos Relación del diseño de la vivienda con el clima y calidad de vida*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 34. *Gráficos Ventilación Artificial y Vivienda*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 35. *Gráfica Análisis de Confort Departamentos 13 de Enero*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 36. *Gráfica Análisis de Confort Torre Tre Alberta*. Elaboración Propia. [2016].

Ilustración 37. BME Ingeniería. (2016). *Sicometría*. [En línea]. Dirección URL: <https://bmeingenieria.wikispaces.com/Cap_5_Sicrometr%C3%ADa7/> [Consulta: 22 julio 2016].

Ilustración 38. *Carta Psicométrica Verano*. Elaboración propia. Fuente: Climate Consultant 6.0. [2017].

Ilustración 39. *Carta Psicométrica Anual*. Elaboración propia. Fuente: Climate Consultant 6.0. [2017].

Ilustración 40. *Listado de Diseño de Estrategias Recomendadas*. Elaboración propia. Climate Consultant 6.0. [2017].

Ilustración 41. *Gráfico Proceso de Diseño*. Elaboración propia. [2017].

Ilustración 42. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2012). *Guía Técnica. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización*. [En línea]. Dirección URL: <http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_09_Guia_tecnica_ahorro_y_recuperaci

on_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf/> [Consulta: 8 agosto 2017].

Ilustración 43. ALU ONE Casa Central. (2011). [En línea]. Dirección URL: m<<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php>> [Consulta: 10 diciembre 2016].

Ilustración 44. ALU ONE Casa Central. (2011). [En línea]. Dirección URL: <<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php>> [Consulta: 10 diciembre 2016].

Ilustración 45. ALU ONE Casa Central. (2011). [En línea]. Dirección URL: <<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php>> [Consulta: 10 diciembre 2016].

Ilustración 46. ALU ONE Casa Central. (2011). Comparativo de Distintos Materiales para Marcos de Ventana. [En línea]. Dirección URL: <<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php>> [Consulta: 10 diciembre 2016].

Ilustración 47. Comparativo de Distintos Materiales. ASEFAVE (2014). *Guía térmica de ventanas para la certificación energética de edificios*. [En línea]. Dirección URL: <http://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/06/guia_tecnica_ventanas.pdf> [Consulta: 10 diciembre 2015].

Ilustración 48. *Comparación de sistemas de protección solar*. Hauslade, G., De Saldana, M., Liedl, P. (2006): Climate Skin. Birkäuser. Basel, Boston, Berlin. [Consulta: 10 diciembre 2015].

Ilustración 49. *Fotografía Ubicación de posibles terrenos*. Elaboración Propia. Fuente: Google Maps. [2017].

Ilustración 50. *Fotografía Ubicación de posibles terrenos*. R. Ayuntamiento de Tampico. (2015). Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas. Gobierno del Estado. [Consulta: 16 febrero 2017].

Ilustración 51. *Fotografía Ubicación de posibles terrenos*. R. Ayuntamiento de Tampico. (2015). Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas. Gobierno del Estado. [Consulta: 16 febrero 2017].

Ilustración 52. *Orientación Óptima*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].

Ilustración 53. Esquema General del Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable. Elaboración Propia. [2017].

Ilustración 54. *Croquis Estrategias Aplicadas Segundo Nivel del Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].

Ilustración 55. *Croquis Estrategias Aplicadas Tercer Nivel del Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].

Ilustración 56. *Fachada Norte Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].

Ilustración 57. *Fachada Sur Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].

- Ilustración 58. *Fachada Oeste Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 59. *Fachada Este Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 60. *Corte Esquemático Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 61. *Perspectiva Fachada Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 62. *Perspectiva Fachada Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 63. *Perspectiva Acceso Principal Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 64. *Perspectiva Fachada Oeste Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 65. *Planta Conjunto*. Elaboración Propia. [2017].
- Ilustración 66. *Fachada Norte*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 67. *Fachada Este*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 68. *Fachada Sur*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 69. *Fachada Oeste*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 70. *Análisis de radiación*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 71. *Análisis de confort térmico*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 72. *Temperatura Promedio*. Elaboración Propia. Fuente: Ecotect. [2017].
- Ilustración 73. *Análisis prototipo de vivienda departamental propuesto*. Elaboración Propia. Fuente: DesignBuilder. [2017].
- Ilustración 74. *Gráfica de demandas de refrigeración sin alternativas*. Elaboración Propia. DesignBuilder. [2017].
- Ilustración 75. *Gráfica de demandas de refrigeración con alternativas*. Elaboración Propia. DesignBuilder. [2017].
- Ilustración 76. *Gráfica de ahorro de CO₂*. Elaboración Propia. [2017].

5.2.2. TABLAS

Tabla 1. *Tabla Síntesis de Estrategias Casos Análogos*. Elaboración Propia. [2016].

Tabla 2. *Cuadro de Operacionalización de Variables*. Elaboración Propia. [2016].

Tabla 3. *Tabla Síntesis de Observables Casos de Observación Directa*. Elaboración Propia. [2016].

Tabla 4. Cámara Argentina de la industria del aluminio y metales afines en. (2011). ALU ONE Casa Central. <<http://www.aluone.com.ar/es/tendencias.php/>>. Elaboración propia. /> [Consulta: 10 diciembre 2016].

Tabla 5. Comparación de sistemas y materiales aislantes. Elaboración Propia. Fuente: Varias: Xella Mexicana, S.A. de C.V. *Panel Hebel para Muros de fachadas*. [En línea]. Dirección URL: <[http://www.hebel.mx/es/docs/GI_PanelMuro_WB_v13.11\(1\).pdf/](http://www.hebel.mx/es/docs/GI_PanelMuro_WB_v13.11(1).pdf/)> [Consulta: 10 diciembre 2015], Metal Panel. *Especificación Técnica de Producto Aislakor Polisocianurato*. [En línea]. Dirección URL: <http://www.metalpanel.com.mx/images/stories/AislantesTermicos/Aislakor/aislakor_boletin_tecnico_metal_panel.pdf/> [Consulta: 10 diciembre 2015]. Novidesa. (2013). *Panel Aislante IKOS i16*. [En línea]. Dirección URL: <<http://novidesaqr.com.mx/wp-content/uploads/2014/01/i16.pdf/>> [Consulta: 10 diciembre 2015].

Tabla 6. *Matriz Selección de Terrenos*. Elaboración Propia. [2016].

Tabla 7. *Características de la Vivienda*. López, H. (2009). Nivel Socioeconómico AMAI. Comité Niveles Socioeconómicos AMAI. Instituto de Investigaciones Sociales SC. [Consulta: 16 febrero 2017].

Tabla 8. *Tenencia de la Vivienda*. López, H. (2009). Nivel Socioeconómico AMAI. Comité Niveles Socioeconómicos AMAI. Instituto de Investigaciones Sociales SC. [Consulta: 16 febrero 2017].

Tabla 9. *Partido Arquitectónico*. Elaboración Propia. [2017].

Tabla 10. *Premisas de Diseño*. Elaboración Propia. [2017].

Tabla 11. *Scorecard Prototipo de Vivienda Departamental Sustentable*. Elaboración Propia. Fuente: <<http://www.usgbc.org/LEED/>>. [2017].

Tabla 12. *Scorecard Prototipo de Vivienda Convencional*. Elaboración Propia. Fuente: <<http://www.usgbc.org/LEED/>>. [2017].

5.2.3. FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. *Vista Posterior Torre Aura Lofts*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 2. *Vista Principal Torre Aura Lofts*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 3. *Vista Principal Torre Aura Altitude*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 4. *Vista Posterior Torre Aura Altitude*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 5. *Vista Principal Patria 163*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 6. *Calentador Patria 163*. Fuente Propia. [Zapopan, 2016].

Fotografía 7. *Fachada Principal Tre Alberta*. Fuente Propia. [Guadalajara, 2016].

Fotografía 8. *Detalle de Paneles Tre Alberta*. Fuente Propia. [Guadalajara, 2016].

Fotografía 9. Fotografía *Ubicación de posibles terrenos*. Elaboración Propia. Fuente: Google Maps. [Tampico, 2016].

6. ANEXOS

6.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Objetivo

El objetivo de esta observación consiste en identificar las características arquitectónicas y estrategias de diseño orientadas al control de humedad y al aprovechamiento más adecuado de las condiciones climáticas de las construcciones departamentales con aplicaciones sustentables en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Datos específicos

Esta observación se llevó a cabo los días del 6 al 10 de junio del 2016, visitando las primeras tres torres listadas, mientras que el 25 de junio se visitó la última Torre en la lista:

- Torre Aura Lofts, Zapopan.
- Torre Aura Altitude, Zapopan
- Torre Patria 163, Zapopan
- Torre Tre Alberta, Guadalajara

Se fue directamente a dichos sitios, algunos con previa cita para la visita, dónde se llevó a cabo la observación y el registro fotográfico de dichos edificios para la investigación.

Observables

La observación directa encuadró dos focos de interés: las características arquitectónicas, subdividiéndose en los materiales constructivos y los elementos arquitectónicos predominantes tanto en diseño como constructivos, y el diseño arquitectónico de las construcciones en la vivienda, compuesto de las estrategias de diseño bioclimático utilizadas y el sembrado del edificio y entorno. En el siguiente listado se detallan los observables puntuales

1. Materiales constructivos
 - a. Sistema constructivo predominante
 - b. Material utilizado en muros
 - c. Material utilizado en losas de azotea
 - d. Material utilizado en pisos
 - e. Cristales
2. Características espaciales
 - a. Tipología general de las construcciones
 - b. Promedio de alturas en los interiores
 - c. Ventilación cruzada
 - d. Asoleamiento de la edificación
 - e. Características hápticas (colores, etc.)
3. Elementos arquitectónicos
 - a. Elementos de protección solar
 - b. Espesor de muros
 - f. Tipología de ventanas (doble acristalamiento, con protección solar, etc.)
4. Sembrado del edificio y entorno

- a. Entorno inmediato (implantación y emplazamiento)
 - b. Vegetación
 - c. Orientación (solar y vientos)
5. Estrategias de diseño bioclimático
- a. Refrescamiento Pasivo
 - b. Materiales para edificios sustentables
 - c. Reciclado de estructura y materiales
 - d. Manejo de residuos
6. Instalaciones y equipos técnicos sustentables
- a. Producción de energías alternativas
 - b. Dispositivos u accesorios ahorradores de agua
 - c. Sistema de captación de agua pluvial
 - d. Manejo de aguas residuales

Materiales necesarios

- Cámara fotográfica
- Cuaderno de notas
- Bolígrafo

Responsable de la actividad

Mayra Alejandra Huerta Romo, estudiante de la maestría en Proyectos y edificación sustentable del ITESO. En la página siguiente se anexa el formato de observación directa para el registro de observables.

Datos del Proyecto:
Datos del Investigador:
 Nombre:
 Exp:

Datos de la Vivienda:
 Domicilio:
 Fecha de Visita:

1. Materiales

OBSERVABLES		Edificio X
a. Sistema constructivo predominante	Estructura de acero y concreto	
	Paneles prefabricados de concreto	
	Mampostería tradicional con arcillas	
b. Material utilizado en muros	Block 10 cm	
	Block 15 cm	
	Tablaroca	
	Ladrillo o Tabiques	
	Durock	
c. Material utilizado en losas de azotea	Block 10 cm	
	Block 15 cm	
	Ladrillo	
	Casetones	
	Concreto preforzado	

2. Características espaciales

OBSERVABLES		Edificio X
a. Tipología general de las construcciones	Relación alto/ancho 2:1	
	Relación alto/ancho 1:2	
	Mayor volumen de muro sólido	
	Mayor volumen de vanos y ventanas	
b. Promedio de alturas en los interiores		
c. Ventilación cruzada	SI	
	NO	
d. Asoleamiento de la edificación	Sombreado la mayor parte del día	
	Menos de 4 horas al día	
	Más de 8 horas al día	
e. Características hápticas (colores, etc.)	Predominancia de colores claros	
	Predominancia de colores oscuros	
	Texturas lisas	
	Texturas rugosas	

3. Elementos Arquitectónicos

OBSERVABLES	Edificio X	
a. Elementos de protección solar	Barrera vegetal	
	Pérgolas	
	Aleros	
	Partesol	
	Celosía	
	Elementos de protección horizontal	
	Elementos de protección vertical	
b. Tipo de losa de azotea	Losa Maciza	
	Losa Aligerada	
	Losa de Vigueta y Bovedilla	
c. Espesor de Muros	10 cms	
	15 cms	
	20 cms o más	
d. Tipología de Ventanas	Fijas	
	Proyectables	
	Batiente	
	Corredera	
	Doble cristal	

4. Sembrado del Edificio y entorno

OBSERVABLES	Edificio X	
a. Entorno inmediato (implantación y emplazamiento)	Conectividad con la ciudad	
	Cercano a transporte público	
	Cercano a centros de recreación urbanos	
	Cercano a áreas comerciales	
	Accesibilidad a pie	
	Accesibilidad a otros medios de transporte (bicicleta)	
b. Vegetación	SI	
	Como barrera solar	
	Vegetación nativa	
	NO	
Fachada principal orientación		

c. Orientación (solar y vientos)	Norte	
	Sur	
	Este	
	Oeste	
	Ventilación	
	Norte	
	Sur	
	Este	
	Oeste	

5. Estrategias de diseño bioclimático

OBSERVABLES	Edificio X	
a. Refrescamiento pasivo	Aislamiento térmico en muros	
	Envolvente como sistema de almacenamiento de calor	
	Aislante térmico en superficies vidriadas	
	Chimenea solar	
	Ventilación nocturna	
b. Materiales para edificios sustentables	Regionales	
	Etiquetas ecológicas	
	Bajo contenido energético	
	Baja emisión de gases de efecto invernadero	
	Análisis de ciclo de vida	
c. Reciclado de materiales y estructura	SI	
	Fachada	
	Elementos decorativos	
	Estructura	
	Pisos	
	Herrería	
	NO	
d. Manejo de residuos	SI	
	NO	

6. Instalaciones y equipos técnicos sustentables

OBSERVABLES		Edificio X
a. Producción de energías alternativas	Paneles fotovoltaicos	
	Calentador solar	
	Generadores eólicos	
b. Dispositivos u accesorios ahorradores de agua y energía	Accesorios de baños	
	Lavabos	
	Regaderas	
	Focos ahorradores	
	Focos LED	
c. Sistema de captación de agua pluvial	SI	
	Reutilización para riego	
	Reutilización para aguas grises	
	NO	
d. Manejo de aguas residuales	SI	
	NO	

6.2. DISEÑO DE ENTREVISTA

Objetivo

El objetivo de la entrevista es conocer la tipología de vivienda sustentable en Tampico-Madero, su relación con el entorno y los beneficios de utilizar tecnologías y energías alternativas de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona conurbada de Tampico-Madero.

Se plantean dos tipos de entrevista de acuerdo a su perfil: el primero para saber el punto de vista y conocimiento previo de los temas a tratar por un experto, y el segundo perfil el de un posible comprador, para conocer su postura respecto al tema.

1. La entrevista del sector privado se realizó a él Arq. Josué Cárdenas, fundador y CEO de la empresa ARBICO S.A., despacho de arquitectura bioclimática y construcción del sector privado el día 14 de junio de 2016 en Oficina ARBICO S.A. (Boulevard Adolfo López Mateos No. 201 Colonia Jardín 20 de noviembre) Cd. Madero, Tamaulipas.

TEMA 1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y AMBIENTALES

Subtema 1.1 Condicionantes del clima predominante

- 1.1.1. Vientos dominantes y reinantes en la localidad
- 1.1.2. Incidencia solar, asoleamiento

Frases para ayudar a inducir la plática

- Podría explicarme cuales son las condiciones del clima características de Tampico-Madero
- Como es el asoleamiento y la incidencia solar la mayor parte del año y en los meses más calurosos

Subtema 1.2. Humedad y Precipitación

- 1.2.1. Humedad Relativa
- 1.2.2. Precipitación Promedio

Frases para ayudar a inducir la plática

- Podría describirme cuál es la humedad promedio en el ambiente y las consecuencias de la misma en el clima
- Cuál es la precipitación promedio de la zona y en qué meses del año hay mayor precipitación

Subtema 1.3. Tipología de la vivienda en Tampico-Madero

- 1.3.1. Descripción de la tipología de vivienda en Tampico-Madero
- 1.3.2. Influencia del clima en la tipología de vivienda
- 1.3.3. Explicación de la inadecuación arquitectónica al clima en las tipologías habitacionales

Frases para ayudar a inducir la plática

- Platíqueme cómo es la tipología predominante y generalizada en el sector de vivienda en Tampico-Madero
- Como creé usted o hasta qué grado considera que ha influenciado las condiciones climáticas particulares de la zona, en relación a la temperatura y la humedad a la tipología de la vivienda
- Considera que la tipología de vivienda que se realiza y construye en la actualidad responde de la mejor manera a las condicionantes del clima.
- Considera que existen mejores formas o alternativas de proyectar para aprovechar las condicionantes del clima, porque no se aplican.

TEMA 2. OPCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS

Subtema 2.1. Tecnología y energías alternativas

- 2.1.2 Tecnologías que puedan ser eficientes en Tampico-Madero
- 2.1.3. Tecnologías que se utilizan actualmente
- 2.1.4. Relación entre el consumo energético y la utilización de tecnologías alternativas
- 2.1.5. Beneficios y desventajas de la utilización de techos verdes y energías alternativas
- 2.1.6. Qué problemas deben superarse en la actualidad.

Frases para ayudar a inducir la plática

- Que tecnologías son las que promueve y da servicio su empresa
- Como conocedor del tema y con su experiencia, que podría decirnos acerca de la relación entre la utilización de este tipo de energías y el impacto en el consumo energético en la vivienda.
- Considera la utilización de tecnologías y energías alternativas podrían traer beneficios tanto económicos, energéticos y ambientales en la zona conurbada de Tampico-Madero
- Cuáles han sido los principales obstáculos para la implementación de este tipo de alternativas

Subtema 2.2. Ecotecnias

- 2.2.1 Casos de aplicación de ecotecnias en edificaciones en Tampico-Madero
- 2.2.2. Ecotecnias propicias a utilizarse en Tampico-Madero
- 2.2.3. Disposición de usuarios a instalación
- 2.2.4. Situación del mercado en la actualidad

Frases para ayudar a inducir la plática

- Conoce de casos de edificios o construcciones en las que se hayan implementado ecotecnias y cuales considera que han sido las que han aportado más beneficios en relación a la energía y el medio ambiente
- Cuál ha sido la disposición de las personas ante la utilización e implementación de este tipo de estrategias en la arquitectura

Subtema 2.3. Materiales y sistemas constructivos

- 2.3.1. Nuevos materiales introducidos en el mercado
- 2.3.2. Materiales con mejor desempeño térmico en la zona

Frases para ayudar a inducir la plática

- Qué materiales nuevos o innovadores se han empezado a implementar en los sistemas constructivos de la región
- Considera que han contribuido a tener una mejora en el comportamiento térmico de las edificaciones o a tener una mejora en el desempeño energético.
- Cuáles han sido las desventajas de su implementación en relación a precios o disposición de las personas.

TEMA 3. DISPOSICIÓN A LA SUSTENTABILIDAD

Subtema 3.1. Viabilidad

- 3.1.1. Interés mostrado por la población
- 3.1.2. Respuesta de los usuarios hacia la arquitectura sustentable
- 3.1.3. Postura de los desarrolladores hacia el desarrollo sostenible en la ciudad

Frases para ayudar a inducir la plática

- El interés de la población ha sido positivo hacia los servicios prestados en relación a tecnologías y energías alternativas en la vivienda
- En general, cuál ha sido la respuesta por parte de los usuarios ante la posibilidad del desarrollo de una arquitectura sustentable en comparación con soluciones convencionales de arquitectura a lo largo de su desempeño como profesional.

- Con base a su experiencia, cual considera que es la postura de los desarrolladores ante este tipo de servicios y alternativas, considera que hay cierta apertura o interés por el desarrollo de la misma en la ciudad en un futuro próximo.

Subtema 3.2. Financiamiento

3.2.1. Financiamiento o planes económicos

3.2.2. Programas financieros del gobierno

Frases para ayudar a inducir la plática

- Tiene conocimiento de algún programa financiero que apoyo o promueva el desarrollo de arquitectura encaminada hacia el desarrollo de alternativas de construcción sustentables
- Utiliza o hace uso de algún tipo de financiamiento o apoyo por parte del gobierno para la prestación de los servicios de energías alternativas

Subtema 3.3. Normatividad

3.3.1 Normatividad existente

3.3.2. Interés de autoridades por reglamentar como obligatorio medidas sustentables en la arquitectura y construcción.

Frases para ayudar a inducir la plática

- Qué normatividad existente es aplicable para la implementación de estrategias y aplicaciones sustentables en la arquitectura y construcción
- Cuál ha sido la postura e intención de las autoridades con respecto a la reglamentación de medidas e implementaciones sustentables en el diseño y la construcción en la zona conurbada de Tampico-Madero.

2. La entrevista del sector social se realizó el día 13 de junio de 2016 a José Cárdenas, odontólogo, en el lugar de trabajo del entrevistado (Calle Moral #200, Col. Moctezuma) Tampico, Tamaulipas, habitante de la zona conurbada de Tampico-Madero y posible comprador de la propuesta de diseño.

TEMA 1. VIVIENDA Y CLIMA

Subtema 1.1. Clima y modificaciones

1.1.1. Como considera el clima en la zona conurbada de Tampico y Madero

1.1.2. Confort y temperatura de los espacios interiores

1.1.3. Adecuación de la vivienda al clima

1.1.4. Modificaciones en la vivienda

Frases para ayudar a inducir la plática

- En su opinión, como considera usted de manera general el clima de la zona conurbada de Tampico y Madero
- Podría describir cómo considera la temperatura en los espacios interiores y qué estrategias utiliza para remediarlo
- Desde su punto de vista, cree que el diseño de su vivienda es el adecuado con respecto al clima y el entorno.
- Podría decir que está satisfecho con el confort térmico de su vivienda y las razones de esto.
- Con base en lo anterior, ha sido necesario que recurra a modificaciones en los espacios o materiales de la vivienda.

Subtema 1.2. Financiamiento

1.2.1. Conocimiento de apoyos financieros existentes actualmente para aplicaciones sustentables en la vivienda

1.2.2. Consideraría adquirir una vivienda de estas características con el apoyo de un financiamiento

1.2.3. Promoción de financiamientos para aplicaciones sustentables por parte de los desarrolladores

Frases para ayudar a inducir la plática

- Tiene conocimiento o ha hecho uso de los apoyos financieros existentes actualmente para aplicaciones sustentables en la vivienda
- Si existiera algún tipo de apoyo gubernamental o financiamiento para este tipo de arquitectura, tendría interés en adquirir una vivienda con aplicaciones sustentables
- Desde su punto de vista, cree que los desarrolladores o despachos de arquitectura promueven el uso de este tipo de apoyos financieros para conocimiento de los usuarios

Subtema 1.3. Opinión Personal e Interés

1.2.1. Opinión acerca de las viviendas con aplicaciones sustentables

1.2.2. Beneficios de la aplicación de principios sustentables con respecto al clima y energía

1.2.3. Opinión de la viabilidad de aplicación de arquitectura sustentable en Tampico-Madero

Frases para ayudar a inducir la plática

- Me gustaría me compartiera su perspectiva con respecto al desarrollo de arquitectura con aplicaciones sustentables en relación al clima y medio ambiente
- Si la implementación de este tipo de medidas y aplicaciones garantizará temperaturas más agradables en los espacios interiores y un ahorro energético, tendría interés o preferencia en la elección de este tipo de arquitectura sobre la arquitectura convencional que se desarrolla en la actualidad.

Nota metodológica

La entrevista la realiza la alumna Mayra Alejandra Huerta Romo, estudiante de la maestría en Proyectos y edificación sustentable del ITESO, en los días del 13 al 14 junio del 2016 en Cd. Madero y Tampico, Tamaulipas, con la grabadora de voz de un teléfono celular.

Este guion no es una batería de preguntas de formulación directa, sino que es un listado de los puntos importantes a abordar durante la realización de la entrevista.

ENTREVISTA CLAVE A01

Datos del entrevistado

Nombre: Mtro. en Arq. Josué Cárdenas

Ocupación: Fundador y CEO de la empresa ARBICO S.A.

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 14 de junio de 2016

Lugar: Oficina ARBICO S.A. (Boulevard Adolfo López Mateos No. 201

Colonia Jardín 20 de noviembre) Cd. Madero, Tamaulipas.

Hora de inicio/fin: 05:30/05:50

Datos del entrevistador

Nombre: Mayra Alejandra Huerta Romo

Rol o cargo: Estudiante de maestría en proyectos y edificación sustentable ITESO

Mayra Alejandra Huerta Romo (MAHR en adelante): Buenas tardes, Le agradezco su tiempo y disposición para esta entrevista. Platíqueme como es la tipología predominante y generalizada en el sector de la vivienda aquí en Tampico y Cd. Madero.

Josué Cárdenas (JC en adelante): Bueno en la zona, en la actualidad lo que predomina es la vivienda tipo contemporánea, losas planas, fachadas a ras, lo que yo he visto es que no consideran mucho lo que es las orientaciones ni algún tipo de actuación bioclimática pasiva, digámoslo de esa manera, y en general pues es un tipo de vivienda digamos muy estereotipada que se maneja aquí en la zona como que todos tratan de tener el mismo o copiar el mismo estilo.

MAHR: Como cree usted o hasta qué grado considera que han influenciado las condiciones climáticas particulares de la zona en relación a la temperatura la humedad con esta tipología de vivienda.

JC: Consideró que, bueno no se ha tomado en sí en cuenta las condiciones particulares de nuestro urbe para hacer un prototipo de vivienda adaptado, pues digo, nuestro ejemplo con la arquitectura vernácula de la zona que eran las casas de los americanos cuando vinieron al auge petrolero, casas de madera, con techos altos, a dos aguas que nos permitían tener un tejaban, que nos permitía tener ese colchón de aire y también las losas a dos aguas por la cuestión de las lluvias, entonces ahorita como que no hemos tomado, no se ha tomado en cuenta, ese tipo de viviendas para lo que desarrollamos en la actualidad.

Tipología de vivienda:

Vivienda contemporánea, losas planas, fachadas *sin elementos de protección solar*, no se consideran las orientaciones, ni actuaciones bioclimáticas pasivas, tipo de vivienda estereotipada. (Línea 8-19).

No se toma en cuenta las condiciones climáticas de la zona para los prototipos de vivienda que se diseñan, por lo que la forma de diseñar que se desarrolla actualmente, no es la solución más adecuada conforme al clima. (Línea 25-46).

37 **MAHR:** Entonces, podría decirse que no considera
38 que la forma que se construye ahorita y de
39 proyectar sea la mejor con el clima.

40 **JC:** Para nuestro clima no creo que sea la solución
41 adecuada, más sin embargo este, pues uno se
42 va adaptando.

43 **MAHR:** Cual considera que sería las mejores formas
44 de proyectar.

45 **JC:** Las mejores formas de proyectar bueno pues,
46 como punto número uno es entender la
47 necesidad del cliente, que es lo que el espera,
48 sus expectativas, en base a eso hacer un
49 estudio exhaustivo del microclima para
50 brindarle un mejor proyecto en el sitio donde
51 lo vaya a desarrollar su obra, tienes que ir, si
52 vas a Altamira, o a Tampico o en Madero en el
53 sitio y específicamente el sitio pues
54 obviamente la orientación, y cómo vas a
55 diseñar en base a lo que él requiera verdad,
56 porque a lo mejor si requiere una recámara,
57 dos recámaras, tres recámaras, como lo vas a
58 ir ubicando y pues también tu predio te influye
59 bastante, porque tienes un área delimitada
60 donde tienes que trabajar para tener tu mejor
61 orientación, entonces empezando con eso ya
62 tendrías un buen avance desde ahí y ahí
63 empezar a meter pues tus ecotecnias y
64 ecotecnologías para una vivienda sustentable.

65 **MAHR:** ¿Por qué considera que es minoría a lo
66 mejor las soluciones que toman en cuenta el
67 clima aquí?

68 **JC:** Digamos que el día a día del constructor y a lo
69 mejor la falta de conocimiento del tema pues
70 ha llevado a que los arquitectos que ahora nos
71 volvimos constructores, bueno se olvide un
72 poco de la sustentabilidad y de lo básico que
73 es tan solo pues mirar hacia donde sale el sol
74 y hacia donde se oculta y como orientar bien
75 tu vivienda, entonces creo yo que es más la
76 inercia de la construcción lo que ha llevado a
77 olvidarnos un poquito de la sustentabilidad.

78 **MAHR:** En cuanto a vivienda departamental
79 vertical, cree que también podría ser una
80 solución que tendría aplicación sustentable.

81 **JC:** Pues definitivamente por que para empezar en la
82 zona ya nos estamos quedando sin terreno,
83 estamos rodeados por agua y Madero,
84 Tampico ya se acabaron el territorio, Altamira
85 si es basto pero bueno nosotros nos queremos
86 quedar aquí en la zona sur, entonces la
87 vivienda vertical pues trae muchas ventajas
88 no, desde que pues tu huella ecológica se
89 reduce porque no estas impactando tanto sobre

La mejor forma de proyectar: parte
entendiendo la *necesidad de los clientes*
y las *condicionantes del sitio* para la
aplicación adecuada de *actuaciones*
bioclimáticas con respecto al a
orientación y al clima, así como el uso de
ecotecnias y eco tecnologías para una
vivienda sustentable. (Línea 49-70).

Existe una *escasez de terreno* en la zona
conurbada, por lo que la *vivienda*
departamental vertical es a donde la
arquitectura la construcción tiene que
llegar para un desarrollo sustentable.
(Línea 90-104).

el terreno, puedes dejar más áreas verdes, más áreas de parques entonces definitivamente la vivienda vertical pues es a donde tenemos que llegar con nuestros nuevos usos de suelo.

MAHR: ¿Qué tecnologías o aplicaciones sustentables promueve o da servicio su empresa y su despacho?

JC: Para empezar, pues que no es una tecnología sino simplemente el diseño bien pensado de una vivienda o de un edificio se llama pues actuaciones pasivas desde la orientación, la ventilación, protecciones solares, algo de inercia térmica también y pues tecnologías llamémosle a paneles solares fotovoltaicos, solares térmicos y bueno algunos materiales también que hemos utilizado para el ahorro energético es lo que nosotros ofrecemos aquí en ARBICO.

MAHR: Con base a su experiencia que podría decirnos acerca de esta relación entre estas tecnologías y el consumo energético de la vivienda, ¿o sea realmente es significativo?

JC: Okey, si, si definitivamente, te ayuda bastante, por ejemplo, tener iluminación LEED en lugar de iluminación normal y apoyarte con algunos paneles solares para alimentación pues si baja el consumo energético, si tienes un buen aislamiento térmico en los muros de tu fachada oeste digamos por no encarecer el proyecto si tienes toda la casa pues mucho mejor, entonces es un beneficio, lo que pasa es que bueno, por ejemplo lo que son paneles solares, pues no es una tecnología que tengamos al alcance de todos porque si se encarece que bien o mal es algo que al final de cuentas se paga por sí solo, porque a los 20 años un panel solar te viene dando todavía el 80% de su producción normal o sea que imagínate 20 años te va a estar produciendo al 100 y a los 20 va a bajar un mínimo su producción entonces, pero si ahorita como no tenemos una producción local pues si se encarecen los paneles y bueno aquí energía eólica digamos tipo domestico no es muy usado por el tipo también de clima que tenemos que pues es muy salino muy abrasivo para los generadores eólicos, más en cambio pues los paneles solares que son de aluminio son fácil de mantenimiento.

Las principales *aplicaciones sustentables en la zona* en la vivienda son:

Actuaciones pasivas que incluyen la orientación, ventilación, protecciones solares e inercia térmica en materiales, como el block Hebel, que se menciona en la línea 198.

Tecnologías para un ahorro energético como paneles solares, focos LEED, entre otros. (Línea 108-119)

Estas tecnologías tiene una relación directa con el *consumo energético* en las viviendas, debido a que al tener menos ganancias de calor el consumo o el uso de ventilación artificial para el refrescamiento de los espacios es menor, y si se tiene alimentación por medio de paneles solares, también hay disminución del uso de la red municipal, ayudando también a un *sensación térmica* más adecuada en los interiores como se menciona más adelante en la línea 214. (Línea 125-153).

139 **MAHR:** ¿Cuál considera que han sido los
140 principales obstáculos para la implementación
141 de este tipo de alternativas?

142 **JC:** Digamos que de los principales pues la falta de
143 educación, la falta de información hacia pues
144 toda la comunidad, sociedad, la falta de un
145 impulso por parte del gobierno para que bueno
146 igual promueva o de incentivos hacia las
147 personas para que puedan adquirir estas
148 tecnologías y una falta de cultura también.

149 **MAHR:** Conoce casos de edificios, construcciones
150 vivienda en las que se hayan implementado
151 ecotecnias y cuales considera que han sido los
152 aportes que han tenido más beneficio en
153 cuanto a la energía y el medio ambiente, si es
154 que conoce algunos.

155 **JC:** Ahora sí que de nuestra trinchera podemos tener,
156 2, 3 casos que hemos utilizado en pues lo que
157 son muros de block Hebel para la inercia
158 térmica y pues bueno ha funcionado muy bien
159 para aislar nuestra casa, o, por ejemplo, lo
160 ocupamos también en un edificio donde
161 aislamos los muros que daban hacia la fachada
162 oeste y pues si nos funcionó por qué no se nos
163 calienta tanto el edificio y pues baja el
164 consumo del aire acondicionado porque pues
165 no tiene que estar funcionando tanto tiempo.

166 **MAHR:** ¿Cuál ha sido la disposición de las personas
167 ante la utilización e implementación de este
168 tipo de estrategias?

169 **JC:** Bien planteadas te digo, tienes que plantear bien
170 el proyecto y presentárselo y son muy bien
171 aceptadas sobre todo para la industria que son
172 los que están preocupados y aparte porque
173 pues quieren tener una imagen verde no, pues
174 si uno les propone oye pues sabes que puede
175 ser este y podemos tener un edificio que sea
176 aparte de bonito sustentable, pues si lo aceptan
177 bien.

178 **MAHR:** ¿Aparte de este block Hebel, conoce
179 algunos materiales nuevos innovadores que se
180 hayan empezado a implementar en los
181 sistemas constructivos de la región?

182 **JC:** En la región no, porque te digo, pues es poca la
183 información que llega aquí y no está muy al
184 alcance de nosotros de nuevos materiales, no
185 tanto como en el centro, que a lo mejor utilizan
186 materiales reciclados de plástico u otras
187 tecnologías que ayudan para que sea una
188 vivienda sustentable, aquí pues no, casi no nos
189 llegan.

190 **MAHR:** Considera que por ejemplo en estos 2 o 3
191 casos aparte del ahorro energético ha tenido

Las principales *barreras u obstáculos*, para la sustentabilidad en la zona es la *falta de información y de cultura* en la comunidad, así como una *falta de impulso* por parte del gobierno y de productores locales, que hace que los precios se encarezcan con el traslado de los mismos, como se menciona en la línea 145y 146. (Línea 158-165).

La *disposición* por parte de las personas del zona cuando se les plantea la utilización de estrategias sustentables es *buenas*, sobretodo en el sector industrial por cuestión de imagen. (Línea 189-197).

Las opciones de *materiales alternativos* o que procuren un mayor ahorro energético o una sensación térmica más adecuada es limitado, debido a la falta de información. (Línea 202-209).

192 beneficios en cuanto al confort térmico en el
193 interior de las edificaciones.

194 **JC:** Sí, te lo confirmo, te digo baja la radiación, y ya
195 no entra dentro de tu espacio y pues está más
196 fresco que en otros lugares, que todo eso pues
197 si utilizamos block de adobe como nuestros
198 antepasados, la vivienda vernácula, sería otra
199 cosa, pero ahora sí que por estándares de la
200 sociedad pues no está bien visto no que una
201 casa sea de adobe, más sin en cambio hay que
202 tratar de cambiar eso.

203 **MAHR:** ¿Qué tanto ha influido a los precios para
204 que las personas lleguen a decir no o sí?

205 **JC:** Sí influye porqué te digo, al final de cuentas lo
206 que ellos quiere es u producto que digamos
207 hablemos de una casa, ellos quieren una casa
208 y ya tienen pensado pues sus áreas entonces,
209 si uno les propone, no se meterle tal cantidad
210 de paneles solares se incremente un poco más
211 y a lo mejor dicen no bueno pues los paneles
212 solares no pero ponemos otra área que a lo
213 mejor es más necesaria para ellos, entonces
214 muchas veces dejan de lado las tecnologías
215 más sin en cambio pues desde la arquitectura
216 misma se trata de que el edificio sea
217 confortable, por si sola sin necesidad de algún
218 extra.

219 **MAHR:** La respuesta de los usuarios entonces,
220 comparando una arquitectura sustentable con
221 una convencional cual ha sido, bien planteada,
222 ¿tiene preferencias sobre una?

223 **JC:** En general los proyectos que planteamos son
224 siempre encaminados a eso, entonces no
225 pongo una propuesta mala y una propuesta
226 buena, siempre ponemos propuestas pensadas
227 en encaminar a la sustentabilidad, son bien
228 tomadas, bien percibidas, este y creo yo que
229 entre más arquitectos empecemos a
230 preocuparnos por el medio ambiente, pues
231 mucho mejor las cosas.

232 **MAHR:** ¿Tiene conocimiento de algún programa
233 financiero o apoyo que promueva el desarrollo
234 de la arquitectura encaminadas a la
235 sustentabilidad o este tipo de alternativas?

236 **JC:** Buenos, tengo entendido que, aunque no es mi
237 rama, pero el INFONAVIT, en los créditos que
238 le da a las personas, hay un apartado que son
239 hipotecas verdes que te da un porcentaje
240 mayor si tu vivienda cuenta con paneles
241 solares o baños ahorradores, W.C. que sean
242 dual flush, cuestiones que te bajen el consumo
243 energético como focos ahorradores o LEED.

El *precio* es un factor que *influye para la adquisición de tecnologías sustentables* pues al encarecerse el proyecto, muchas veces los usuarios anteponen sus necesidades personales por sobre la sustentabilidad. (Línea 227-241)

244 **MAHR:** ¿Conoce alguien que haya usado este tipo
245 de financiamiento?

246 **JC:** No, porque por no ser mi rama, a mí no me ha
247 tocado de eso y no sé.

248 **MAHR:** ¿Qué normatividad existente es aplicable
249 para la implementación de estas estrategias y
250 aplicaciones sustentables en construcción y
251 arquitectura?

252 **JC:** Bueno, de las normas por ejemplo en SUME,
253 que nosotros somos socios de SUME, están
254 participando en normas como la edificación
255 sustentable y criterios en requerimientos
256 ambientales mínimos que es la NMX-AA 164
257 SCFI 2003 y otra norma que son de proyectos
258 y escuelas como elementos para la
259 sustentabilidad en infraestructura física
260 educativa que es la NMX-R 000 SCFI 2015,
261 bueno esas son algunas normas en las que
262 estamos trabajando de SUME, sin embargo
263 hay muchas normas mexicanas para la
264 sustentabilidad.

265 **MAHR:** ¿Cuál considera que ha sido la postura e
266 intención de las autoridades con respeto a la
267 reglamentación de medidas de este tipo de
268 soluciones aquí en la zona?

269 **JC:** En la zona nula, los ayuntamientos son se han
270 preocupado por tener en sí una dirección que
271 se tome en serio las normas y que se tome en
272 serio crear algún reglamento que nos obligué
273 a los arquitectos, a los constructores para
274 desarrollar las construcciones como deben de
275 ser, hay programas que por ejemplo te dicen
276 bueno tú debes de cumplir con tantos puntos
277 de este programa para que tu vivienda pueda
278 acreditarse no, entonces pues aquí realmente
279 no se toma nada de eso.

280 **MAHR:** Es todo de mi parte, de antemano muchas
281 gracias por su tiempo maestro.

282 **JC:** De nada, al contrario, en lo que pueda ayudar.

La postura e impulso por parte de las autoridades para el desarrollo de una arquitectura sustentables en la zona es prácticamente nula, no hay programas o normativas activas que obliguen condiciones o promuevan el desarrollo de una arquitectura que cumpla con parámetros sustentables y que se adecua e una mejor manera a las condicionantes del clima. (Línea 297-309).

ENTREVISTA CLAVE A02

Datos del entrevistado

Nombre: José Cárdenas

Ocupación: Odontólogo

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 13 de junio de 2016

Lugar: Lugar de trabajo del entrevistado (Calle Moral #200, Col. Moctezuma) Tampico, Tamaulipas.

Hora de inicio/fin: 02:15/02:25

Datos del entrevistador

Nombre: Mayra Alejandra Huerta Romo

Rol o cargo: Estudiante de maestría en proyectos y edificación sustentable ITESO

Mayra Alejandra Huerta Romo

(MAHR en adelante): Buenas tardes, Le agradezco mucho el tiempo para la realización de esta entrevista. Primeramente, en su opinión, como considera usted de manera general el clima de la zona conurbada de Tampico y Madero.

José Cárdenas (JC en adelante): Con todo gusto, el clima en general se me hace demasiado caluroso y húmedo, es muy bochornoso también y siento que ha aumentado en los últimos años en comparación a como estaba antes y en comparación a como dicen mis papás y mis abuelos que estaba antes.

MAHR: Podría describir más o menos cómo es la temperatura en los espacios interiores en su casa y como que posibles estrategias utilizaron las personas que la diseñaron.

JC: Las posibles estrategias no sé, no podría describirte ninguna, pero el aire acondicionado que tenemos ahorita en casa tiene un sensor que te avienta la temperatura interior antes de que empiece a enfriar, la última que nos registró la semana pasada en la recámara fue de 32° dentro de la recámara, la recámara principal.

En el párrafo que empieza en la línea 8 se muestra que el *clima* es percibido por los usuarios de la zona como muy *caluroso y húmedo*, por lo que la temperatura registrado en los espacios interiores es de aproximadamente 32° en la línea 26.

MAHR: Desde su punto de vista, cree que el diseño de la vivienda es el adecuado o el mejor que se pudo haber hecho de acuerdo al clima y al entorno de aquí.

JC: Siento que pensaron mucho en la ventilación, eso si no se los refuto, tiene suficientes ventanas, pero yo creo que pudo haber sido un poco mejor talvez.

MAHR: ¿En qué sentido?

JC: En el sentido en que hay algunas puertas como que están donde da todo el sol, entonces a veces cuando abrimos esas puertas para que, entre aire, también entra todo el sol, entonces esas son las clases de cositas que hubiera pensado podían mejorar.

MAHR: ¿Considera que está satisfecho con su vivienda?

JC: Sí, satisfecho sí, muy satisfecho no, pero satisfecho sí.

MAHR: Y si no tuviera clima, ¿Igualmente se consideraría satisfecho con el confort?

JC: No hay si me consideraría un poquito insatisfecho

MAHR: ¿Por qué?, ¿Por qué haría mucho calor?

JC: Sí.

MAHR: ¿Por qué?, ¿Por qué haría mucho calor?

JC: Sí.

MAHR: Con base en esto, ha hecho o se han hecho algunas modificaciones a la casa porque se siente mucho calor aparte de los climas

JC: No, la verdad no se ha hecho ninguna modificación, bueno alguna modificación, pues nada más colocación de ciertas cortinas y es todo para disminuir un poco lo que es el calor exterior y ya, uno que otro abanico, son las únicas modificaciones más allá nada.

El *diseño de las viviendas* no está pensado de manera tal que cuente con *protecciones contra el sol* en caso que los usuarios quieran hacer uso de las ventanas para una *ventilación natural* al interior de la vivienda. (Línea 33-36)

La *satisfacción de la vivienda en relación a la temperatura* percibida en los espacios interiores, *solo es percibida como buena si se cuenta con un sistema de ventilación artificial*, puesto que con una ventilación natural se sentiría mucho calor y se vería limitado el uso de las ventanas debido al exceso de entrada de sol a falta de protecciones solares en el diseño de las viviendas. (Línea 47-58)

Las *principales modificaciones* que se realizan a las viviendas *se relacionan con la ventilación en los espacios y la sensación de calor* percibida: aire acondicionado, ventiladores, persianas, etc. (Línea 63-69).

MAHR: Tiene conocimiento o usted como cliente ha hecho uso de algún tipo de apoyo financiero de los que existen actualmente para aplicaciones sustentables en la vivienda.

JC: No, hasta ahorita no.

MAHR: Si existiera algún tipo de apoyo gubernamental o financiero para este tipo de arquitectura tendría interés en aplicarlos para mejorar el confort, etcétera.

JC: Sí, definitivamente sí.

MAHR: Considera desde su punto de vista que los desarrolladores o los despachos de arquitectura promueven este tipo de apoyos, o también que sean del conocimiento de los usuarios.

JC: Yo pienso que sí, pero no se le hace la suficiente promoción, algunas veces argumentan los mismos despachos que es una tecnología un poco cara, entonces no todos los usuarios finales o los clientes optan por este tipo de tecnologías también.

MAHR: Podría compartir un poco su perspectiva de acuerdo al desarrollo de la arquitectura con aplicaciones sustentables aquí que se ha hecho.

JC: Yo en lo personal, he visto que, si existen algunas aplicaciones, pocas, pero empiezo a ver que hay, hay algunas tiendas, centros comerciales, cafeterías que ya han estado aplicando lo que son techos verdes, muros verdes, entonces he visto eso, incluso algunas casas particulares que he visto por ahí algunos paneles solares, entonces yo creo que eso está bastante bien en general.

MAHR: Y su perspectiva de este tipo de arquitectura ¿Cuál es?, ¿está a favor o en contra?

JC: Estoy totalmente a favor.

Las personas de la zona no tienen conocimiento de los apoyos financieros, los despachos no hacen suficiente promoción de las mismas, sin embargo, tienen disposición a favor para su uso. (Línea 75-92)

La percepción que se tiene del desarrollo en la zona del uso de aplicaciones sustentables es que ha empezado a crecer en comparación con otros años, aunque los ejemplos son pocos y limitados. (Línea 97-105)

MAHR: Sí este tipo de medidas y alternativas garantizaran temperaturas más agradables en los espacios interiores y un ahorro energético, ¿tendría preferencia sobre este tipo de elección de arquitectura sobre la convencional?

JC: Sí, definitivamente.

MAHR: Aunque a lo mejor suponer un gasto inicial un poco más elevado.

JC: Sí, yo creo que es como en todo, o sea igual es un gasto elevado inicial, pero se ve reflejado con el paso del tiempo, entonces es una inversión favorable.

MAHR: Okey, es todo muchas gracias.

JC: No, de nada.

Las personas de la zona están a *favor del uso de tecnologías, alternativas y aplicaciones sustentables para el diseño de su vivienda*, sin embargo, son percibidas como *caras* y solo cierto sector puede tener acceso a las mismas, a pesar de esto, el sector que tiene la oportunidad de adquirirlas los ve como una *inversión a futuro*.
(Línea 109-122)

6.3. DISEÑO DE CUESTIONARIO SOBRE VIVIENDA Y CONFORT TÉRMICO EN TAMPICO-MADERO

Objetivo

El objetivo de este cuestionario es obtener la opinión de una muestra seleccionada de los habitantes de la zona conurbada de Tampico-Madero en relación con su vivienda y la temperatura en el interior de la misma, así como la relación que tiene con respecto a su desempeño y la calidad de vida

Esta información aportará a la caracterización de diseño en las viviendas actuales que generan insatisfacción en los usuarios en consecuencia poder plantear mejoras arquitectónicas para llegar a propuestas de diseño.

Temas y subtemas a explorar:

El tema a abordar será la dimensión psicosocial: dividiéndose en 1) La insatisfacción en las viviendas (diseño arquitectónico, adaptación al clima y costos), 2) La calidad de vida (habitabilidad, sensación térmica y desempeño) y 3) Su relación con el confort térmico (tipología, materiales constructivos y ventanas/elementos de protección solar) ubicando los patrones de diseño que generan insatisfacción.

Definición de marco muestral:

Se diseñó un muestreo no probabilístico por conveniencia e intercepción limitado a la selección de al menos 100 personas, de las cuáles se levantó la información de 41 personas de 25 años de edad en adelante, de sexo indistinto con una distribución ideal de la misma cantidad de hombres y mujeres residentes de la zona conurbada de Tampico-Madero en vivienda departamental propia o rentada en la zona. Se fue a al menos 6 conjuntos de vivienda departamental de nivel medio en adelante, para el levantamiento de la información, la selección de estos se hizo con base a la necesidad de identificar los patrones de diseño relacionados con la satisfacción y el confort y la percepción de los usuarios de estos, no existiendo diferencias significativas en las tipologías de vivienda y las tecnologías usadas entre ambos sectores en la zona conurbada de Tampico-Madero.

El levantamiento de la información tuvo lugar al exterior de cada una de las viviendas de dichos lugares, entre los días del 29 de junio al 6 de julio del 2016., y se continuó con el levantamiento de la información a partir del 25 de julio hasta aproximadamente el 15 de agosto para cumplir con la selección de 100 personas. La aplicación de los cuestionarios estuvo a cargo de la alumna Mayra Alejandra Huerta Romo, estudiante de la maestría en Proyectos y edificación sustentable del ITESO.

En las páginas de la 164-167 de la sección Anexos, se adjunta el formato de cuestionario a aplicar.

Cuestionario

Datos del encuestador:

Nombre del encuestador: _____ Fecha de levantamiento: _____

Lugar visitado (Colonia de la vivienda): _____

INTRODUCCIÓN

[Saludar, (buenos días, buenas tardes, noches). Identificarse por nombre y ocupación y el propósito del cuestionario en cuestión, agradecer colaboración y garantizar la confidencialidad de los datos proporcionados, aclarando que es con fines exclusivamente académicos.]

1. Datos del informante1.1. Género: ☐ Mujer ☐ Hombre

1.2. Edad del informante: _____ años

1.3. ¿Cuánto tiempo lleva residiendo en esta zona de Tampico-Madero?

1) ☐ De cero a un año 2) ☐ Entre uno a cinco años 3) ☐ De cinco en adelante**2. Información sobre el departamento**

2.1. ¿Cuánto tiempo lleva residiendo en su vivienda?

1) ☐ De cero a un año 2) ☐ Entre uno a tres años 3) ☐ De tres años en adelante

2.2. ¿La vivienda es propia o rentada?

1) ☐ Propio 2) ☐ Rentado

2.3. ¿Por qué decidió residir en ese lugar? (Hasta 2 opciones)

- 1) ☐ Ubicación de la vivienda
- 2) ☐ Precio de la vivienda o de la renta
- 3) ☐ Cercanía a transportes
- 4) ☐ Cercanía equipamiento urbano y trabajo
- 5) ☐ Calidad de la vivienda en diseño y construcción

2.4. En términos generales. ¿Cómo se siente con respecto a su vivienda?

	MS / S / I / MI	
2.4.1) Pago o renta mensual	(/ / /)	1. MS: Muy
2.4.2) Calidad de construcción y diseño	(/ / /)	Satisfecho
2.4.3) Cercanía a equipamiento urbano y trabajo	(/ / /)	2. S: Satisfecho
2.4.4) Áreas comunes y centros de esparcimiento	(/ / /)	3. I: Insatisfecho
2.4.5) La temperatura de los espacios	(/ / /)	4. MI: Muy
2.4.6) La ventilación de los espacios	(/ / /)	Insatisfecho
2.4.7) El control de la humedad en los interiores	(/ / /)	

2.5. Descripción de las características de diseño de su vivienda:

2.5.1 Asoleamiento de la edificación

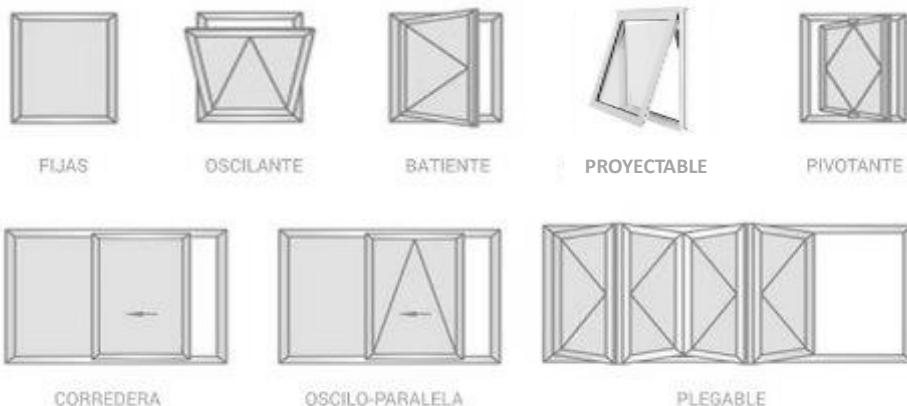
- 1) ☐ Sombreado la mayor parte del día
- 2) ☐ Menos de 4 horas al día
- 3) ☐ Más de 8 horas al día
- 4) Otras opciones: _____

2.5.2 Elementos de protección solar

- 1) ☐ Pérgolas
- 2) ☐ Aleros
- 3) ☐ Celosía
- 4) ☐ Elementos de protección horizontal
- 5) ☐ Elementos de protección vertical
- 6) ☐ Ninguno
- 7) Otras opciones: _____

2.5.3. Tipología de ventanas

- 1) ☐ Fijas
 2) ☐ Proyectables
 3) ☐ Batiente
 4) ☐ Corredera
 5) ☐ Doble Cristal
 6) Otras opciones: _____



2.6. ¿Su vivienda cuenta con patios o balcones?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Cuántos?: _____

2.7. ¿Considera amplios los espacios de su vivienda?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

2.8. ¿Cuál es el número de habitaciones?

- 1) ☐ De 1 a 2 habitaciones 2) ☐ De 3 a 4 habitaciones 3) ☐ De 4 habitaciones en adelante

2.9. ¿Su vivienda cuenta con paneles fotovoltaicos o calentador solar?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

2.10. ¿Su vivienda cuenta con focos LEEDS?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

2.11 ¿Su vivienda cuenta con accesorios ahorradores de consumo en baños o lavabos?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

2.12. ¿Cree que el diseño de su vivienda tiene relación con la temperatura?

- 1) Si ☐ 2) No ☐

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

2.13. En que parte de su vivienda pasa el mayor tiempo

- 1) ☐ Sala-comedor 2) ☐ Sala de T.V. 3) ☐ Recámara

4) Otros espacios: _____

2.14. ¿Cómo consideraría el diseño de su vivienda con respecto al clima? Aplica cualquiera que sea la respuesta de la pregunta 2.5.

1) ☐ Muy bien diseñado

2) ☐ Bien diseñado

3) ☐ Mal diseñado

4) ☐ Muy mal diseñado

5) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

2.15. En una escala del 1 al 5 (dónde 1 es el valor más bajo y 5 el más alto) indique que tanto es la relación entre la temperatura y los elementos que se mencionan, es decir que tanto afectan la temperatura de los espacios.

2.15.1. Dimensión de los espacios

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15.2. Humedad

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15.3. Materiales

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15.4. Tipología de ventanas utilizadas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15.5. Asoleamiento y orientación de la edificación

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15.6. Forma del departamento

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.16. En una escala del 1 al 5 (dónde 1 es el valor más bajo y 5 el más alto) indique que tanto la temperatura en su vivienda le afecta de manera negativa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.17. En su opinión, ¿Considera usted que esto afecta su desempeño o calidad de vida?

1) Si ☐ 2) No ☐

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

2.18. ¿Cómo piensa que podría mejorarse este aspecto en su vivienda? (Hasta 2 opciones)

1) ☐ Mejor diseño

2) ☐ Utilización de otros materiales

3) ☐ Protección contra el sol

4) ☐ Mayor ventilación natural

5) ☐ Uso de ventilación artificial

6) Otras opciones: _____

3. Información sobre uso de ventilación artificial

3.1. ¿Cuenta con ventiladores?

1) Si ☐ 2) No ☐

3) En caso de contestar no, especifique ¿Por qué?: _____

3.2. ¿Cuántos ventiladores tiene?

1) ☐ De una a dos

2) ☐ De dos a tres

3) ☐ De tres en adelante

3.3. ¿Cuenta con aire acondicionado?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

3) En caso de contestar no, especifique ¿Por qué?: _____

3.4. En caso de responder la opción a), ¿Cuánto tiempo en promedio hace uso de este?

1) ☐ De una a tres horas 2) ☐ De tres a cinco horas 3) ☐ De cinco horas en adelante

4) Especifique en que espacios: _____

3.5. En caso de responder la opción b), ¿Por qué?

1) ☐ La ventilación es buena 2) ☐ Costo del equipo 3) ☐ Es suficiente con el uso de ventiladores

3.6. ¿Cuántos aires acondicionados tiene?

1) ☐ De una a dos 2) ☐ De dos a tres 3) ☐ De tres en adelante

3.7. ¿En qué momento del día hace más uso del aire acondicionado?

a) ☐ Entre 9:00am a 1:00pm b) ☐ Entre 1:00pm a 5:00 pm c) ☐ Entre 5:00pm en adelante

3.8. ¿En qué áreas de la casa están o está ubicado el aire acondicionado?

1) ☐ Habitaciones

2) ☐ Sala

3) ☐ Comedor/Cocina

4) ☐ Cuarto de Televisión

5) ☐ Toda la casa habitación

6) Otras opciones: _____

3.9. ¿El uso de la ventilación artificial supone un gasto importante o significativo en su economía?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

3) En caso de contestar no, especifique ¿Por qué?: _____

3.10. ¿Cuál es el monto de la factura eléctrica?

1) ☐ Entre \$400 y \$600 pesos 2) ☐ Entre \$600 y \$800 pesos 3) ☐ De \$800 pesos en adelante

3.11. ¿Consideró un gasto significativo la inversión para la compra de los equipos?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

3.12. ¿El gasto de mantenimiento de los equipos es considerable?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

c) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

3.13. ¿Estaría dispuesto a invertir en una vivienda con alternativas que disminuyan dicho gasto como la aplicación de paneles solares, focos LEED y materiales que disminuyan las ganancias de calor?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

3) En cualquiera de los casos, especifique ¿Por qué?: _____

3.14. ¿Consideraría confortable los espacios sin el uso de la ventilación artificial?

1) ☐ Sí 2) ☐ No

3) En caso de contestar no, especifique ¿Por qué?: _____

6.4. EXPERIMENTO OBSERVACIÓN DIRECTA

Objetivo

El objetivo de este diseño experimental fue hacer un comparativo del comportamiento entre la humedad relativa y la temperatura interior de una vivienda departamental con aplicaciones y estrategias sustentables contra una vivienda departamental diseñada de manera convencional, con el objetivo de hacer un análisis de cual presenta un comportamiento térmico más adecuado al clima y al entorno y su relación con el confort térmico dentro de las edificaciones.

Variables Independientes

Una vez realizada la medición, se analizarán las medidas tomadas en una gráfica creada para la medición, posteriormente se analizarán los resultados, comparando el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa en el espacio interior de la vivienda departamental.

Para la medición se seleccionaron 2 casos:

- Vivienda departamental sin aplicaciones o estrategias sustentables, Cd. Madero, Tamps. Departamentos 13 de Enero.
- Vivienda departamental con aplicaciones y estrategias sustentables, Guadalajara, Jalisco. Torre Tre Alberta



Ilustración 70. Ubicación de sitios seleccionados. Elaboración Propia.

Variables Dependientes

Se medirá con un dispositivo datalogger la temperatura y humedad relativa en el espacio interior de vivienda departamental en Tampico el dispositivo será programado para medir la temperatura cada media hora, durante 24 horas, en el período de una semana en los meses de junio-julio, donde se presentan de las temperaturas más altas por la temporada de verano, así mismo se realizará la misma medición con el mismo procedimiento en el espacio interior de vivienda departamental en Guadalajara en un edificio con aplicaciones y estrategias sustentables para hacer el comparativo.

Definición de la actividad

Se colocaron los dispositivos en el área común de la cocina en cada una de las viviendas departamentales seleccionadas, con el dispositivo previamente programada para realizar una medición de temperatura y humedad relativa durante un día completo por el período de una semana,

Recuperación de información

La información registrada por el dispositivo datalogger será transferida en detalle al software “RHT10” y Excel para su posterior interpretación gráfica en ambas plataformas.

Materiales a utilizar:

- Dispositivo Datalogger marca ExTech modelo RTH10
- Software RTH10
- Software Excel
- Computadora Portátil

Participantes

La mecánica la realizó la alumna Mayra Alejandra Huerta Romo, estudiante de la maestría en Proyectos y edificación sustentable del ITESO, entre los días del 29 de junio al 21 de julio del 2016 en el municipio de Cd. Madero, Tamaulipas y en el municipio de Guadalajara, Jalisco.